TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 147-Maio-1944

CIMENTO

SECIL

Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.
Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

S E C I L

COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMERCIO, 56, 3.º
LISBOA

União Eléctrica Portuguesa

S. A. R. L.

SEDE
Rua Duque de Loulé, 240 — Pôrto
Telef. 2828 — 2829 — 2830 — Est. 90

DELEGAÇÃO
R. António Maria Cardoso, 13, 2.º - Lisboa
Telefones 27232 — 27233 — Est. 365

ELECTRICIDADE DO LINDOSO
E DAS CENTRAIS DO FREIXO E DA CACHOFARRA

A **União Eléctrica Portuguesa** distribui e vende electricidade nos **distritos** de VIANA DO CASTELO, BRAGA, PORTO, AVEIRO, COIMBRA, VISEU LEIRIA e de SETÚBAL, pela mais extensa rêde de alta tensão em Portugal (mais de 1.200 kms), levando fôrça motriz às FÁBRICAS e luz a CIDADES, VILAS, ALDEIAS e LOGARES

A **U. E. P.** facilita a electrificação de Fábricas e oferece as maiores vantagens nas suas tarifas

Consultar a **U. E. P.** e consumir a sua energia é **proveitoso negócio**

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de tôdas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia **"CIMENTO TEJO"**

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

NÚMERO
147
Maio — 1944

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N./ TEL. 49144 (linha 50)

DIRECTOR
JOSÉ DE LUCENA
ADMINISTRADOR
FAUSTO GONÇALVES HENRIQUES
BIBLIOTECÁRIO
ANTÓNIO BUSTORFF
CORPO REDACTORIAL
Eduardo de Abreu Nunes
Jorge Trigo Mira
Manuel dos Santos Rézio
António da Silva Salta
Luíz Pinto Elyseu
Secção de Publicações
Fernando Blanqui Teixeira

NÚMERO AVULSO 6$00

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	16$00	30$00	58$00
Colónias Portuguesas e Espanha...	—	40$00	70$00
Estrangeiro.....	—	45$00	80$00

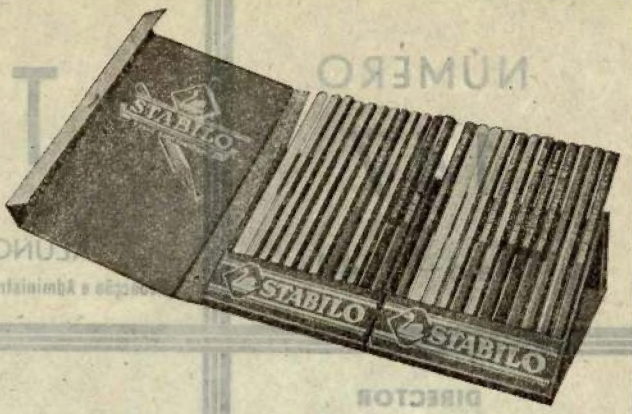
EDITOR E PROPRIETARIO
ASS. DOS ESTUD. DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NAS
OFICINAS FERNANDES
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — C. R. G. E. — Central Tejo — Edifício do Quadro. Corredor de comando dos Interruptores. Relais.

		Págs.
Professor Vicente Ferreira . . .	. . . . .	849
Especialização técnica	Eng.º João Carlos Alves . .	852
Factores de selectividade	Eng.º Paulo de Brito Aranha	856
Clima de guerra	Eng.º Amável Granger . . .	865
Apontamentos para a avaliação das fôrças exteriores no caso de grandes túneis	Eng.º Manuel Bravo	874
Fiscalização de Obras Públicas	Eng.º Horácio de Moura . .	881
Um conceito de probabilidade	Eng.º José Pinto Machado . .	893
Determinação das deformações na barragem de Santa Luzia, pelo processo directo da auscultação sonora «Sistema Coyne»	Eng.º José Guedes Pinto Machado	902
Estereotomia dum gaveto . . .	Por Manuel Vicente Galvão	904
Urbanismo	. . . . .	907
Notas bibliográficas	. . . . .	915
Bibliografia	. . . . .	915
Publicações recebidas	. . . . .	916



STABILO

SCHWAN

Bleistift-Fabrik A-G.

NÜRNBERG

Representante:

A. Ferreira da Silva, Pôrto.

Rua Alexandre Braga, 82. Tel. 6132

Lápis de desenho

em 18 graduações 7 B — 9 H

Lápis de côr

O utensílio precioso em 24 côres

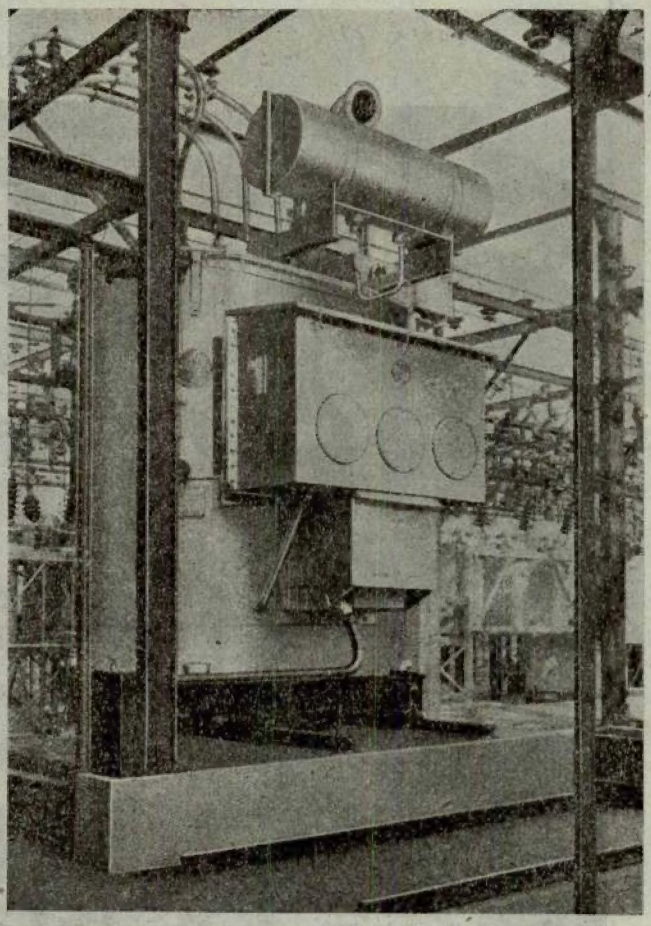
Novidade: **STABILO** Cellomin D. R. P.

O lápis-tinta com a mina especial *resistente às influências climáticas*

GENERAL ELECTRIC

Schenectady, N. Y.

Motores e dínamos. Alternadores. Transformadores. Aparelhos para alta e baixa tensão. Centrais termo e hidro-eléctricas. Instalações para melhorar o factor de potência. Tracção eléctrica. Máquinas, Transformadores e Electrodos para soldadura eléctrica. Fornos eléctricos. Automotoras eléctricas e Diesel--eléctricas. Turbinas de vapor. Aparelhos de iluminação. Instrumentos de medida. Cabos e fios. Electrificação de fábricas. Comandos eléctricos especiais para fábricas téxteis, fábricas de papel, etc. Máquinas frigoríficas.



Transformador trifásico com regulação da tensão em carga

THOMSON
GENERAL ELECTRIC

Portuguesa, L.da

LISBOA
Rua do Norte, 5

Telef. 28135-28136

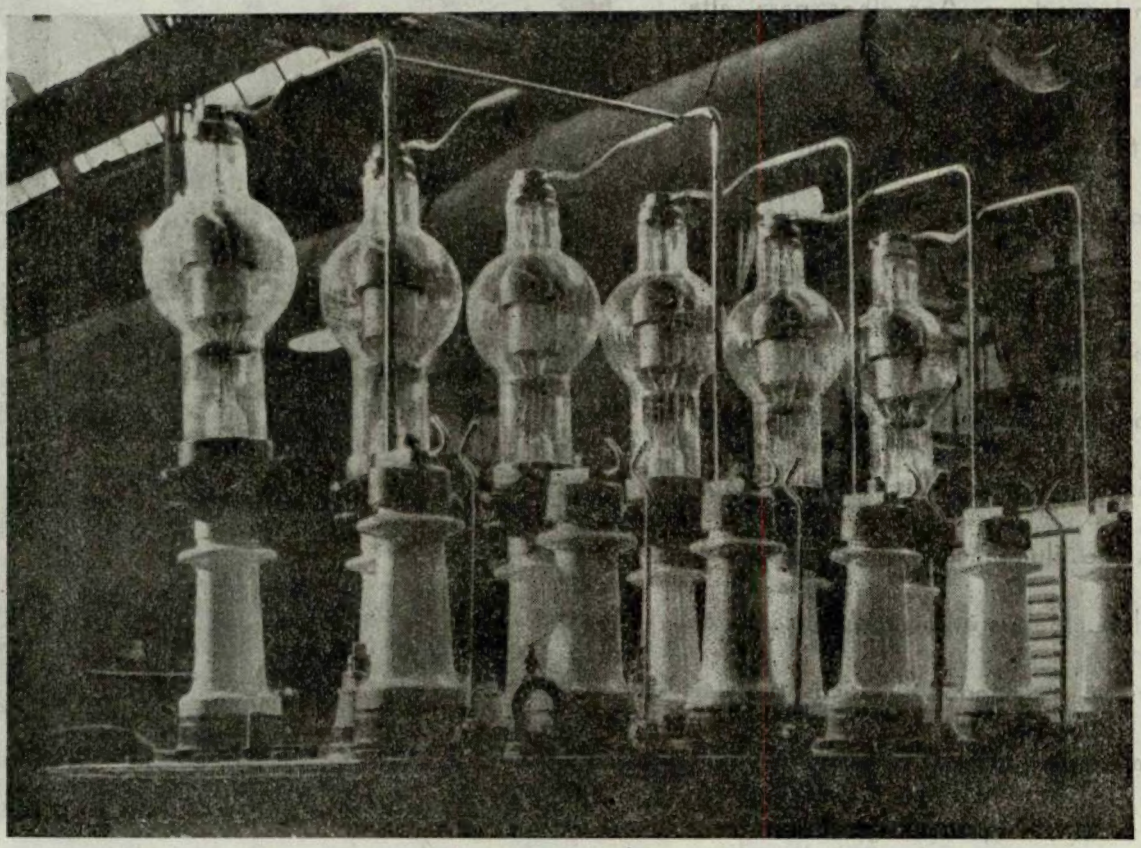
RÁDIO TELEFONES CABOS

Standard Electrica

LISBOA

Rua Augusta, 27

Telefones: 23111-23112-23113



Um potente rectificador de alta tensão a vapor de mercúrio para alimentação anódica de uma emissora de rádio

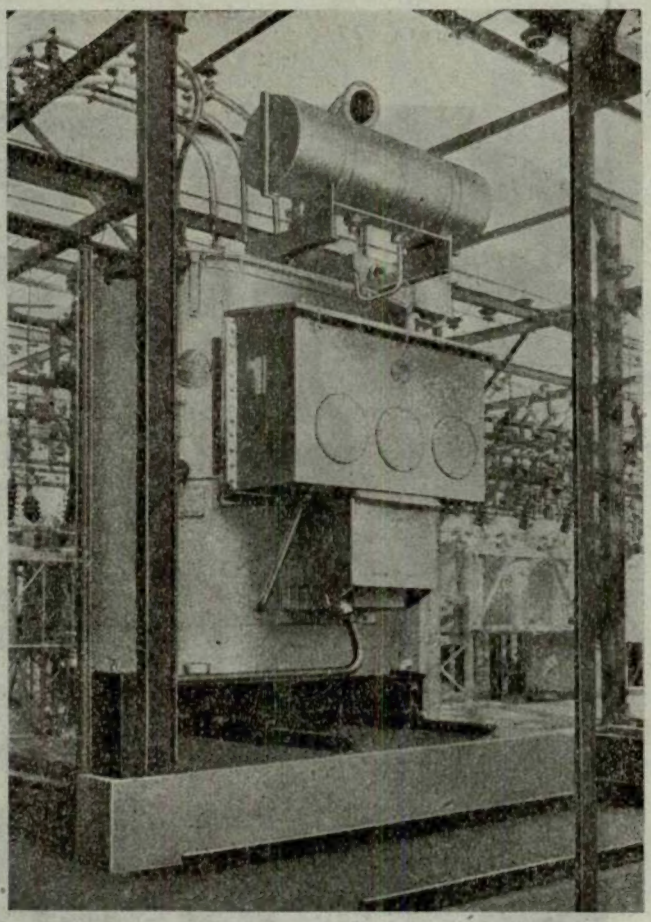
Uma instalação do Sistema

International Standard Electric Corporation

GENERAL ELECTRIC

Schenectady, N. Y.

Motores e dínamos. Alternadores. Transformadores. Aparelhos para alta e baixa tensão. Centrais termo e hidro-eléctricas. Instalações para melhorar o factor de potência. Tracção eléctrica. Máquinas, Transformadores e Electrodos para soldadura eléctrica. Fornos eléctricos. Automotoras eléctricas e Diesel--eléctricas. Turbinas de vapor. Aparelhos de iluminação. Instrumentos de medida. Cabos e fios. Electrificação de fábricas. Comandos eléctricos especiais para fábricas téxteis, fábricas de papel, etc. Máquinas frigoríficas.



Transformador trifásico com regulação da tensão em carga

THOMSON GENERAL ELECTRIC

Portuguesa, L.da

LISBOA

Rua do Norte, 5

Telef. 28135-28136

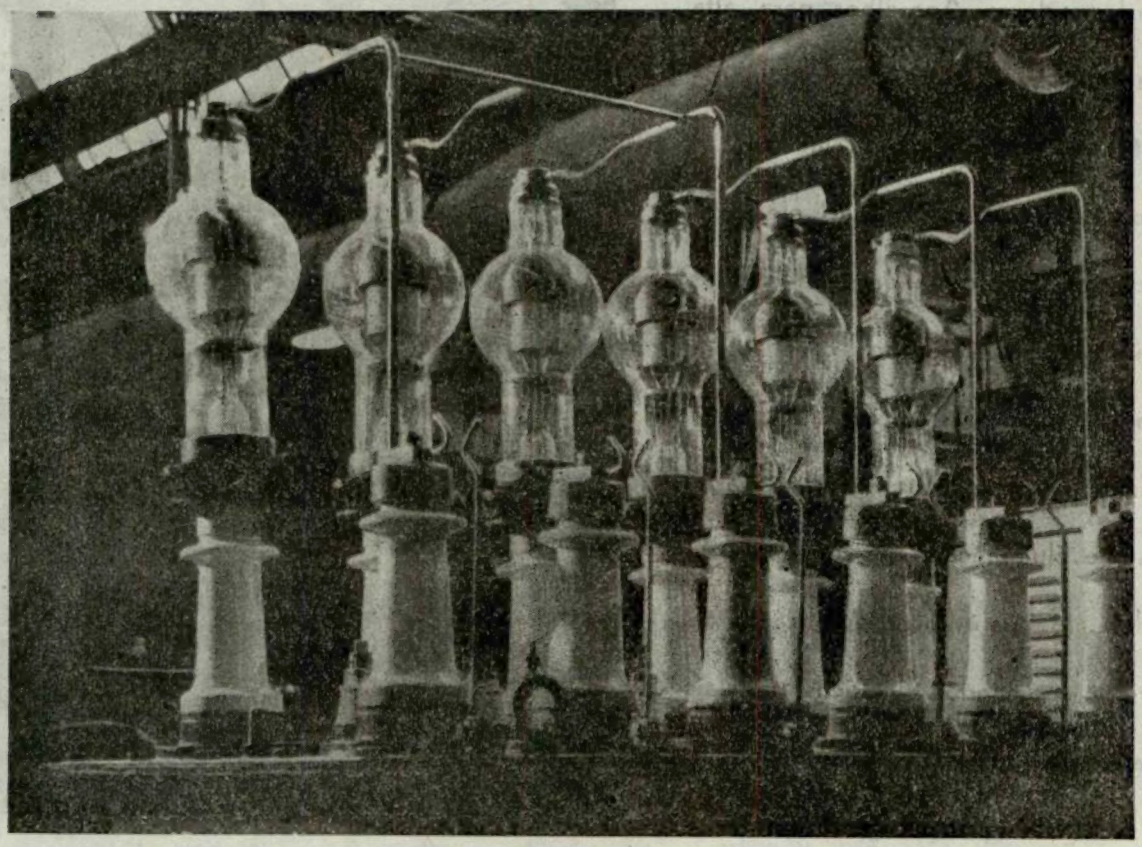
RÁDIO TELEFONES CABOS

Standard Electrica

LISBOA

Rua Augusta, 27

Telefones: 23111-23112-23113



Um potente rectificador de alta tensão a vapor de mercúrio para alimentação anódica de uma emissora de rádio

Uma instalação do Sistema

International Standard Electric Corporation

Desde a mais pequena tacha até à locomotiva gigante

O aço da U. S. STEEL é fabricado para satisfazer, completamente, cada uma das vossas necessidades

UNITED STATES STEEL EXPORT COMPANY

30 CHURCH STREET, NOVA YORK — E. U. A.

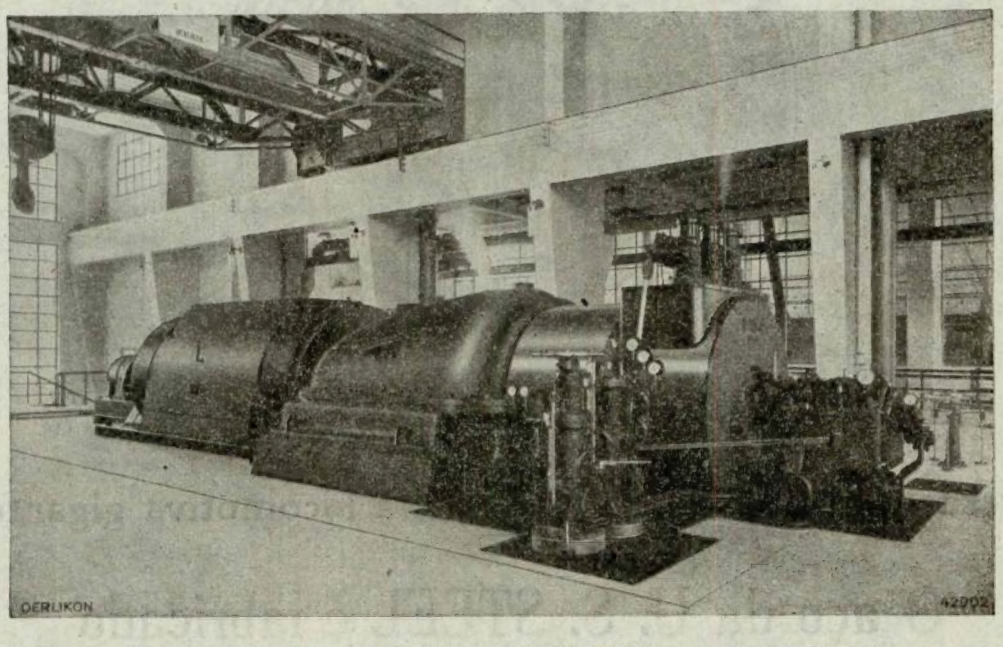
AO SERVIÇO DO MUNDO

DISTRIBUIDORES GERAIS EM PORTUGAL
(excepto para tubos)

SANTOS MENDONÇA, L.DA

LISBOA **PORTO**

OERLIKON



Grupo turbo-alternador Oerlikon de 30000 kW e ponte rolante de 74 t. da Central de Hameenlinna (Filândia)

PRODUTOS OERLIKON

Equipamentos eléctricos para centrais termo e hidro-eléctricas, subestações e instalações de distribuïção. Geradores e motores eléctricos de todos os tipos, transformadores, reguladores de indução, grupos convertidores, mutadores, turbinas a vapor e turbo geradores, gruas eléctricas, interruptores e aparelhos de manobra para alta e baixa tensão, aparelhos de protecção e relais de todos os tipos, equipamentos para soldadura eléctrica por arco, compressores e bombas de vácuo, electrolisadores, equipamentos eléctricos para locomotivas, automotoras eléctricas e diesel-eléctricas (via estreita e normal), tramwais, troley-buses, funiculares, teleféricos, etc.

Representante Geral para Portugal e Colónias

P. BELLASI

Pôrto // Rua Sá da Bandeira, 494, 3.° // Telefone 968

ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON
ZURICH-OERLIKON (SUIÇA)

45 816

TÉCNICA

JOSÉ DE LUCENA
DIRECTOR

ANO XIX - N.º 147 MAIO 1944

PROFESSOR VICENTE FERREIRA

Com a saída do Professor Vicente Ferreira, por ter atingido, em 30 de Abril último, o limite de idade, perde o Instituto Superior Técnico um dos seus mais antigos e categorizados professores, cuja recordação os professores e alunos do mesmo Instituto quiseram deixar bem vincada, inaugurando o seu retrato na sala onde, desde a transferência da Escola para as suas novas instalações, exerceu tão brilhantemente o Magistério, e dando a essa aula o nome do ilustre Professor.

Não podia deixar também a «Técnica», que o distinto professor tantas vezes tem honrado — e esperamos que continuará a honrar — com a sua brilhante prosa e magnífica erudição, em artigos e conferências, deixar de consagrar a obra de tão notável professor, que é ao mesmo tempo um Engenheiro distintíssimo, um Economista de alto valor e um insigne Colonialista.

Tendo cursado a Escola do Exército, onde foi um excelente aluno, era aos 25 anos já oficial de engenharia, começando a sua carreira de técnico por executar várias obras militares no Polígono de Tancos e noutras regiões militares, onde se revelou como espírito observador e profissional estudioso, qualidades que o acompanhariam depois em tôda a sua brilhante carreira.

Seduzido, como tantos outros brilhantes espíritos, pelas possibilidades do trabalho nas Colónias, para ali partiu, em 1902, a organizar e dirigir as oficinas do Estado em Luanda, e ali se conservou até 1904, sendo então escolhido para Director das Obras Públicas de S. Tomé-e-Príncipe, onde passou cêrca de um ano, voltando em seguida para a Metrópole, trazendo desta sua primeira estadia nas Colónias o gôsto pelos problemas técnicos e económicos do nosso Império Colonial, a que mais tarde se dedicou com o brilho e a proficiência que tem posto em todos os actos da sua vida.

As suas especiais aptidões para o cálculo, para o desenho, para a construção, dirigiram-no para os estudos e trabalhos oficinais, dedicando-se especialmente às construções metálicas, de que é mestre, completando nos primeiros anos que passou em Portugal de regresso das Colónias, de 1905 a 1910, a sua especialização em Resistência, Estabilidade e Pontes, em que largamente trabalhou, como Chefe de Secção de Estudos da antiga Emprêsa Industrial Portuguesa, donde saíram algumas das grandes estruturas metálicas feitas nessa época tanto para o Continente como para o Ultramar e cujos projectos e cálculos são da autoria do Professor Vicente Ferreira.

Profundamente dedicado ao estudo, com uma longa prática e farta aprendizagem, com notáveis qualidades de pedagogista, estava-lhe naturalmente reservado o professorado, que começou a exercer em 1910, na antiga Escola do Exército, onde chamado a prestar serviço como professor adjunto, em breve alcançou a categoria de lente efectivo, que acumulou depois, durante cêrca de 8 anos, com a de Professor do Instituto Superior

Técnico, para cujo corpo docente o foi buscar em 1913, o grande organizador, que foi o Dr. Alfredo Bensaúde, para substituir outro grande Professor e eminente homem de Estado, o Eng.º Eduardo Vilaça, pouco antes falecido. E no Instituto se conservou, durante mais de trinta anos, ensinando e formando sucessivas gerações de engenheiros.

Ao mesmo tempo que os problemas técnicos e coloniais, foram sempre os problemas económicos uma das suas grandes paixões. Estudioso e profundo em tôdas as questões a que se dedica, o Professor Vicente Ferreira foi, nas «élites» da República, um dos seus maiores valores, e como tal aproveitado para chefiar a Pasta das Finanças, onde passou por duas vezes, em 1912 e 1921, em efémeros ministérios, que a política não deixava durar muito...

Mas apesar de curta, a sua passagem pela Pasta das Finanças foi assinalada por algumas medidas de grande alcance e real valor, onde o seu espírito de ordem e de método mais uma vez se revelara, sendo ainda mais tarde, como financeiro e como economista, que se revela na obra do saneamento da moeda de Angola, que caracteriza o seu Govêrno ali como Alto Comissário, e nos seus notáveis pareceres, como Procurador à Câmara Corporativa, em assuntos de alto interêsse nacional, como os problemas dos Combustíveis e o da Marinha Mercante Nacional.

Se como Professor a sua acção que aqui cabe registar é sôbre todos os modos notável, como engenheiro também o seu lugar tem sido sempre entre os primeiros.

Desde os primeiros projectos saídos da proficiência e do seu engenho, e o Professor Vicente Ferreira possue tôdas as qualidades que, em sua opinião, fazem o engenheiro, ciência, engenho, paciência e método e que indica numa das suas mais notáveis obras de ensino o «Guia para a execução dos trabalhos gráficos» até às grandes obras, onde a sua proficiência se manifesta em alto grau, o Professor Vicente Ferreira, Homem de Estado, Economista, Colonialista, Professor, é sempre, e acima de tudo, Engenheiro.

Em África primeiro, na Companhia Industrial Portuguesa depois, na Companhia dos Caminhos de Ferro Portugueses, onde durante largos anos foi chefe da Divisão de Estudos e construção e depois Sub-Director, centenas de obras da sua autoria, da sua direcção ou do seu estudo, atestam a sua altíssima competência técnica e profissional. São muros de suporte, viadutos, portos, estudos de túneis e desvios, etc., etc. obras de tôdas as naturezas, estudos que mereceram as honras de ser publicados em Revistas como o Genie Civil, trabalhos que honram a engenharia nacional.

Como engenheiro de caminhos de ferro, cuja cadeira tem regido depois da saída doutro grande Professor o Engenheiro Santos Viegas, seu grande amigo e companheiro, como êle saído da Escola em plena maturidade de espírito e de talento, marcou bem a sua posição na Companhia dos Caminhos de Ferro Portugueses, e nas da Beira Alta e Estoril, onde tem sido consultor, e ainda como vogal do Conselho Superior de Obras Públicas, onde alguns dos seus pareceres são verdadeiramente notáveis.

E a sua actividade não pára. Em lições, em conferências, em escritos diversos, o Professor Vicente Ferreira, vai marcando sempre a sua inconfundível superioridade, tendo sido pela sua incontestável autoridade em matéria de caminhos de ferro, designado para representar o país nos Congressos Internacionais de Caminhos de Ferro realizados em 1932 e 1937 no Cairo e em Paris, e em muitas outras reüniões e conferências internacionais sôbre o tráfego ferroviário realizados em Paris, Madrid, Bruxelas, etc.

Atingindo a culminância como Professor Catedrático atingiu-a também como Engenheiro, sendo chamado, em Maio de 1943, pelo falecido Ministro Duarte Pacheco, a desempenhar as altas funções de Presidente do Conselho Superior de Obras Públicas, de que a idade, o inexorável limite dos 70 anos para quem tem ainda o espírito tão moço, o afasta, como do Instituto e da Companhia Portuguesa dos Caminhos de Ferro.

Da sua passagem pelas Colónias, no início da sua carreira de engenheiro, ficara-lhe, a par do conhecimento da nossa maior e mais rica colónia — Angola — o gôsto pelos pro-

blemas coloniais, a que se dedicará sempre com a proficiência dum mestre e o carinho de um «primeiro Amor».

Escolhido em 1926 para ir, como Alto Comissário para Angola, faz em ano e meio que ali permaneceu uma sábia administração, inicia uma vasta política de Fomento, saneia as finanças, estabelece entendimentos com as colónias vizinhas, procura enfim por todos os meios realizar a vasta obra de colonização que a nossa boa acção civilizadora, as nossas tradições e os nossos superiores interêsses, nos impõem.

E em 1935, na primeira Conferência Colonial do Império Português, o Professor Vicente Ferreira marca mais uma vez a sua alta personalidade, que o levará em 1936 ao Conselho do Império, onde a sua acção tem sido igualmente notável. Participa, em Paris, do Congresso Colonial Internacional, e tendo sido convidado pelo Govêrno Italiano para ir à Líbia, realiza ali uma interessantíssima missão de estudo, de que dá conta num notável relatório.

E a série dos seus trabalhos não termina. Comissões, publicações, estudos, conferências, encheriam muitas páginas da Revista e seriam, para os seus leitores, outros tantos ensinamentos.

Personalidade bem marcada, notável em tantos pontos de vista, bem merece a simples homenagem que aqui lhe traçamos, procurando que o seu exemplo perdure e que a sua Escola, onde tem tantos discípulos, os continue a ter, dignos do Mestre insigne, que o Professor Vicente Ferreira é e continuará a ser, e que agora, afastado dos cargos oficiais, possa continuar-nos a dar lições do seu muito saber e competência em todos os ramos a que dedicou a sua actividade.

ESPECIALIZAÇÃO TÉCNICA

Escolha duma profissão

PELO ENG.º CIVIL I. S. T. JOÃO CARLOS ALVES

A especialização técnica, dentro de qualquer profissão, é hoje tão necessária como era para as indústrias manuais a habilidade individual.

Um bom operário das artes e ofícios clássicos só merecia êste nome quando, na verdade, tinha queda para a sua profissão, mesmo que fôsse analfabeto.

Com o progresso da técnica e das ciências atingido hoje, não basta já a habilidade, aptidão ou destreza, pois a multiplicidade de materiais com que se trabalha e o seu emprêgo racional, exigem certos conhecimentos gerais e até de especialização técnica que a prática sòmente não alcança.

É ver, por exemplo, a avalanche de alunos que freqüentam as escolas industriais, juventude cheia de vontade que sabe pelo exemplo dos pais o que custa a vida, e o que é a dura luta para alcançar uma profissão condigna ou prometedora!

E quantos sacrifícios isto representa para tantos pobres rapazes, depois de um dia de trabalho na oficina ou no escritório, irem às aulas de noite, mal comidos, sem tempo para estudar, andando longas caminhadas a pé, porque o dinheiro que ganham — quando ganham! — não chega sequer para ajudar a família!

Aqui, entre parêntesis, podia-se preguntar: — porque não dar aos aprendizes que freqüentam as escolas industriais menos horas de trabalho, ou só de manhã, ou só de tarde, de forma a poderem assistir às aulas de dia?

Seria mais humano, mais saudável, para não falar em caridade, que seria o têrmo mais apropriado, porque mais carinhoso, pois de adolescentes e crianças em geral se trata.

Se esta coisa fácil fôsse possível, não seria difícil adaptar alguns cursos aos horários, então reduzidos, das fábricas e oficinas, pelo menos nos meios industriais.

Mas voltando ao nosso tema. A escolha duma profissão liberal (servindo-nos da expressão herdada do século XIX), devia ser negócio de longa maturação, pensado e repensado, não tanto pelo estudante que anda no liceu, mas por quem tem a responsabilidade da sua educação, pais, pessoas de família ou tutores.

O estudante liceal é um jovem quási inexperiente, que julga a vida sob o céu fagueiro de ilusões côr de rosa, ou na doce inconsciência dos verdes anos.

O mundo que, nós os homens, conhecemos no duro exprimento de um longo viver, carregado de trabalhos e desilusões, não é seguramente o mundo da juventude que sonha, que sonha sempre com um mundo melhor, justo, acolhedor. Como se enganam, ou são enganados, quantas vezes com a própria conivência dos pais, a quem a vida, — por mero acaso ou capricho do destino — correu bem!

A escolha da profissão é um negócio sério, e como entre nós os casos sérios só se resolvem na ocasião em que se tem que tomar uma atitude, só no fim, isto é, no fim do curso do liceu, é que vem a resolução, tomada em geral pela família, porque o rapaz nem sempre tem ainda aquela consciência de responsabilidades, que a nossa educação ainda não dá aos rapazes de 18 anos.

A questão dos exames de admissão às universidades e escolas superiores veio em parte resolver certas perplexidades, levando

os pais de estudantes pouco talentosos, a encaminhá-los para os cursos mais fáceis, ou menos castigados de ciências exactas.

Vencida a grande barreira do exame de aptidão, o estudante universitário continua alegremente a sua vida, ainda pouco senhor de si e das responsabilidades que vai contraindo, se bem que num ambiente mais austero, mas continua sempre estudante, levando o melhor que pode e sabe a cruz dos estudos superiores até ao calvário do diploma.

Como a dura condição desta vida é angariar os meios de subsistência — dedução fatal da natureza humana decaída — e como durante o curso não se orientou ou não foi orientado para determinada especialidade, qualquer lugar serve. Se nêle calhou, bem está, porque nêle poderá especializar-se, entregando-se à sua inclinação natural, dedicando-se, servindo no seu pôsto a pátria e a profissão. Mas se falha ou se desgosta, adeus especialização, adeus amor da profissão, e o que é pior, adeus amor ao trabalho!

Êste problema é grave, tão grave que teve as honras de uma Conferência havida em Londres em Setembro de 1941, já em plena guerra, sob os auspícios da *British Association Division for the Social and International Relation of Science,* na qual foi eleita uma Comissão para examinar os problemas da educação universitária.

No relatório desta Comissão [1] «insiste-se particularmente na falta de preparação intelectual que em Inglaterra têm os estudantes que entram para a Universidade e na conveniência que há em estabelecer 19 anos como idade própria para a entrada na universidade e assim... reconhece que aqueles que entram para uma carreira universitária devem fazê-lo com um intelecto mais maduro e uma maior experiência da vida do que aquela com que entram actualmente. A idade modal de entrar para as universidades não deve portanto ser inferior a 19. Com 19 anos e durante um ano devem dedicar-se a qualquer forma de serviço nacional ou internacional (civil ou militar). Quando possível êste serviço deve estar relacionado com a profissão que cada um conta seguir. Os futuros Engenheiros, por exemplo, devem fazer um estágio numa oficina, estudantes de ciências médicas devem trabalhar nos hospitais ou em qualquer forma de serviço público. Noutros casos um ano fora do país poderia ser aceite como uma forma de serviço internacional.»

. . . . . .

Um comendador do plano acima citado observa: «Quando um estudante entra para a universidade vê-se geralmente dependente dos seus próprios recursos e freqüentemente, pela primeira vez na vida académica, tem que tomar decisões importantes por si, apesar de existirem os regulamentos das universidades. Tem-se verificado que muitos dêles não têm a preparação suficiente e na verdade não estão aptos a tomar estas responsabilidades.»

No que diz respeito a um ano de serviço nacional ou internacional diz ainda: ...«desta maneira alarga o seu intelecto e reforça o seu sentido das responsabilidades e dos valores. Assim os estudantes apreciariam melhor o valor do intercâmbio social, atingiriam maior maturação intelectual e mais experiência da vida, coisas que tanto têm faltado aos nossos estudantes. Quando entram para a Universidade, devem estar aptos para tirar vantagem imediata da maior liberdade que lhes é dada fora dos regulamentos, e do facto de que agora são tratados como homens e não como meninos».

Isto diz-se e o que é bem mais, pensa-se, na Inglaterra país de adiantada civilização cultural e social.

O que lá se diz e pensa tem plena e cabal aplicação ao nosso país.

É sabido que na Alemanha os rapazes — e até as raparigas, o que quanto a nós e ao nosso meio social, imbuído de sentido cristão, parece, e é, violência — são obrigadas ao serviço do trabalho, em geral grosseiro, regime duro a que gostosamente todos se sujeitam, para adquirirem aquele sentido forte de responsabilidade, que todo o bom alemão deve ter para consigo e para com a terra germâ-

[1] Respigado do artigo «Aviso», publicado na Revista Agro, N.º 2, 1943, do Engenheiro Agrónomo D. Duarte de Castro.

nica, isto é, bom cidadão e ainda melhor soldado.

No serviço do trabalho o jóvem alemão adquire a personalidade de homem que começa a ser, impregna-se de espírito de camaradagem e da grei, cria em si o amor ao esfôrço e à terra onde trabalha. Faz-se, dedica-se, constrói, torna-se assim útil a êle mesmo e à sociedade onde verdadeiramente vai entrar.

Isto mesmo é reconhecido, lealmente pelos inglêses, como se entrevê na transcrição feita acima.

A verdade é só uma, qualquer que seja o campo onde ela nasça.

O conhecimento dêste asserto é um dos grandes fundamentos das instituïções liberais da Inglaterra, e o segrêdo da sua perene revivescência e do saüdável bom senso que caracteriza o povo britânico.

Os franceses preconizam estágios à saída das universidades, nos ramos a que os rapazes se querem dedicar. Assim para os Engenheiros entendem indispensável um estágio de formação profissional e social nas fábricas e oficinas de um a dois anos, e só então é que o Engenheiro, senhor de si e das suas verdadeiras inclinações ou tendências, escolheria definitivamente a situação que mais se coordenasse com a sua maneira de ser, aptidão ou gôsto, ou pela especialização mais conforme ao seu complexo de homem incipiente.

Êste seria, parece-nos, o caminho a ser seguido entre nós, país latino, onde a pieguice quási doentia das famílias pelos filhos púberes seria menos constrangida...

Mas mesmo assim seria difícil. O nosso país é pobre; os proventos ou rendimentos da grande maioria dos pais, são baixos e quási sempre não dão para manter tão longo tempo os jóvens diplomados sem ganhar. Porque aqueles estágios não são em geral remunerados — e em rigor não devem ser —, para se tornarem profícuos, proveitosos, úteis, porque nutridos pelo sacrifício que gera a personalidade [1].

O sacrifício é uma grande escola da vida!

A organização nacional da Mocidade Portuguesa atende em grande parte o problema da fase modal dos rapazes, dando-lhes consciência, fortaleza de ânimo e aptidões morais e físicas, que são um grande passo no caminho da vida que se pronuncia.

Procura assim talhar o homem como elemento civil e político da Nação (no alto sentido do têrmo) incutindo-lhe uma formação substancial e francamente objectiva, que nem sempre a educação nas escolas e da família dá.

Mas depois vem a Universidade e os jóvens no período mais crítico da sua criação, vêm-se muitas vezes desamparados, entregues a si mesmo, porque, quási sempre, logo as famílias os libertam da tutela paternal, que antes os prendiam à casa e aos bons costumes.

Magnífica tarefa seria a dos professores, e mais a dos assistentes, seguirem de perto os seus alunos, encaminhando-os, acompanhando-os nas sendas da futura vida de trabalho que os esperam na encruzilhada das decisões, se uma vocação bem aproveitada e cultivada não indicar a boa direcção a seguir.

Ao nosso estudante universitário falta, muitas vezes, a fé nos destinos da profissão, e talvez também aquele entusiasmo com que se constrói a vida prática.

Culpa dêle? Nem sempre; culpa do meio, da época utilitária que vivemos, culpa da algidez com que se encara a vida vegetativa, quando se não tem a iluminá-la as altas claridades do Espírito, nas suas mais puras manifestações da Inteligência.

Não é nosso intento abordar aqui o grave problema moral da nossa juventude, problema que mais pertence às famílias que ao ensino nas escolas.

Estas só podem ser o prolongamento dos lares, na medida em que estes cooperarem na formação daquilo que legìtimamente lhes pertence. A escola não pode corrigir por si o que o meio familiar e a sociedade deformaram.

As trepadeiras só se desenvolvem e sobem, quando encontram amparo ou arrimos a que se apoiem desde que nascem.

---

[1] A criação de bolsas de estudo com êste objecto resolveria em parte, cremos, a dificuldade, pelo menos para os mais talentosos quando necessitados.

Sôbre esta inquietante questão ocorre-nos o que de grande e subido se encerra nas *Cartas aos Novos,* que o então catedrático Doutor Gonçalves Cerejeira escreveu ainda em Coimbra. Aquilo é fonte cantante onde os novos podem beber e saciar a sêde imensa que os devora...

Mas esta é outra questão que nos levaria longe, e não é nosso intuito nesta Revista de índole técnica encetá-la, mas tão sòmente falar de coisas que se ligam mais ìntimamente à preparação de um destino humano, que tantas vezes depende da profissão que se abraça.

Esboçamos apenas um ponto, tirado à sorte da vasta matéria que se contém no estudo dos problemas da Juventude!

É que, por ora, apenas quisemos incutir no espírito dos alunos universitários os pródromos de algumas verdades latentes, tornando-as tempestivas e reais. O tempo, a vida e as idéias vão decerto propícias ao estudo e à reflexão destas coisas...

* * *

Bem haja a «Técnica» por mais esta iniciativa salutar, que com éste escrito entende desenvolver, a bem dos rapazes e do ensino técnico, que por ser universal abrange todos os problemas morais e materiais do nosso tempo e da sua idade, generosa e boa, sempre pronta a compreender os grandes ideais que embalam a humanidade no domínio do pensamento, quando vivificado pelo espírito criador.

FACTORES DE SELECTIVIDADE

PELO ENG.º PAULO DE BRITO ARANHA

PROF. DO I. S. T. E DA E. E.

Necessidades do ensino das telecomunicações levaram a sistematizar as conclusões relativas a uma operação cuja unidade de conjunto dificilmente se compadece do carácter fragmentário e confuso que usualmente lhe é atribuído.

A operação da selecção, muito embora executada geralmente em acções parciais sucessivas, constitue na realidade um todo indivisível e só importa o resultado final; crê-se, com os elementos recolhidos neste sucinto estudo, ter contribuído para o esclarecer.

Selectividade dum sistema é a propriedade que lhe permite favorecer f. e. m. de dadas freqüências em detrimento de outras de freqüências diferentes.

Essa descriminação de freqüências baseia-se nos fenómenos de ressonância; é, por conseqüência, a curva de ressonância do sistema que elucida sôbre as suas virtudes selectivas.

Na prática, porém, substitue-se usualmente a curva de ressonância, cujas ordenadas representam a relação I/I_{RES}, por uma curva cujas ordenadas representam a relação inversa I_{RES}/I; e é esta que se conhece sob o nome de *curva de selectividade*. Na maior parte dos casos, a curva de selectividade refere-se a *escalas logarítmicas*.

Em sistemas simples, a relação I_{RES}/I possue expressão analítica manuseável, umas vezes rigorosa, outras aproximada. Dá-se a essa expressão o nome de *factor de selectividade*.

A designação é apropriada, visto que, para um desacôrdo dado, o valor do factor de selectividade cresce no mesmo sentido em que aumenta a selectividade do sistema.

Factor de selectividade dum circuito oscilante simples

No caso da variável ser a pulsação ω da f. e. m., a relação I/I_{RES}, no circuito oscilante simples, tem pràticamente a expressão:

$$\frac{I}{I_{RES}} = \frac{1}{\sqrt{1 + Q^2\left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}\right)^2}} \doteqdot \frac{1}{\sqrt{1 + (2Qx)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4a^2}} \quad (^1)$$

(1) $a = Qx = Q\frac{\Delta f}{f_0}$

Na vizinhança do acôrdo, convirá, pois, ao factor de selectividade I_{RES}/I qualquer das expressões seguintes:

$$\sigma = \sqrt{1 + 4a^2}$$

ou (1)

$$\sigma = \sqrt{1 + \theta_0^2 \Delta\omega^2}$$

Quando houver necessidade de considerar valores mais importantes de $\Delta\omega$, deverá utilizar-se a expressão mais exacta:

$$\sigma = \sqrt{1 + Q^2 \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}\right)^2} \qquad (2)$$

A curva dos valores de σ, que usualmente se traça em função de f ou de Δf, é, por definição, a curva das ordenadas inversas da curva de ressonância. Mas, se se tomar o sentido das ordenadas como positivo de cima para baixo, como é prática freqüente, a configuração geral da curva de selectividade fica idêntica à da curva de ressonância.

Considerando *freqüências favorecidas* as que sofrem um *enfranquecimento* relativo *inferior a 2,* a largura da banda passante — ou, abreviadamente, a *largura de banda* — poderá obter-se fazendo, na expressão do factor de selectividade, $\sigma = 2$ e determinando seguidamente o valor de $2 \times \Delta f$; resulta:

$$2\,\Delta f = \frac{\sqrt{3}}{\pi\,\theta_0}$$

Quando cresce a constante de tempo θ_0, deminue a largura de banda, o que equivale a dizer que *aumenta a selectividade,* como, aliás, directamente se conclue da expressão de σ em função de θ_0. E visto que, para um dado valor de Q, θ_0 varia na razão inversa de f_0 (pois $\theta_0 = 2\,L/R_0 = Q/\pi f_0$), deduz-se que *a selectividade dos circuitos de Q idêntico deminue quando a freqüência aumenta.*

Em um circuito oscilante, constituído por bobina e condensador variável, será, portanto, correcto dizer, nos limites em que o valor de Q se pode considerar constante (ou, pelo menos, da mesma ordem de grandeza) ao longo da gama varrida pelo circuito, que a largura de banda é proporcional à freqüência de acôrdo ($2\Delta f = \sqrt{3}/\pi\theta_0 = \sqrt{3} f_0/Q$), o que significa que a selectividade varia em sentido inverso. E, se se compararem circuitos oscilantes destinados a gamas diferentes, como, para construção igualmente cuidada, as bobinas conservam valores de Q da mesma ordem de grandeza para tôdas as freqüências, concluir-se-á que a selectividade tende a ser mais precária à medida que a freqüência aumenta.

Convém salientar que a relação I_{RES}/I é idêntica à relação m_0/m das sobretensões que se obtêm nos terminais da bobina (ou do condensador). Efectivamente, no momento do acôrdo, o valor da amplitude de tensão (3) nesses terminais é $L\omega_0 I_{RES} = L\omega_0 E/R_0 = E\,Q$ (4); e, para

---

(1) $2\,Q\,x = 2\,\frac{L\omega_0}{R_0}\,\frac{\Delta\omega}{\omega_0} = \theta_0\,\Delta\omega$; não há inconveniente em escrever θ em vez de θ_0, desde que se não perca de vista tratar-se da constante de tempo relativa à freqüência a que se refere a curva da selectividade.

(2) $\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} = x\,\frac{2+x}{1+x}$

(3) Representam-se aqui amplitudes por maiúsculas sem índice, pondo-se índice *ef* nos valores eficazes.

(4) Pode dizer-se que o *ganho* ou *ampliação* ou *sobretensão* é $m_0 = Q = \frac{L\omega_0}{R_0}$

qualquer outra freqüência $f \neq f_0$, essa amplitude exprime-se $L\omega I = L\omega E/Z$ [1]. Para pequenos desacôrdos ($\omega \doteqdot \omega_0$), a relação das sobretensões ou ganhos é, pois:

$$\frac{m_0}{m} = \frac{Q}{L\omega/Z} = \frac{L\omega/R_0}{L\omega/Z} = \frac{Z}{R_0} = \frac{I_{RES}}{I}$$

Factor de selectividade duma seqüência ou sucessão de circuitos simples (sem reacções mútuas)

O uso dum circuito oscilante único é, modernamente, muito raro. E entre os casos de interêsse que convém considerar, figura a seqüência de circuitos simples, sem reacções mútuas. O seu estudo permite apreciar a selectividade que se consegue obter com uma sucessão de andares amplificadores ressonantes [2], uma vez que se abstraia da amplificação e se considere apenas a descriminação de freqüências que o conjunto dos circuitos garante.

Visto que os circuitos são independentes, por hipótese, cada um conserva o seu factor de selectividade próprio; se o primeiro enfraquece uma f. e. m. de pulsação variável na relação $1/\sigma$, o segundo enfraquece-a de novo na mesma relação, e assim sucessivamente. Se houver n circuitos, o enfraquecimento total será $(1/\sigma)^n$ e o factor de selectividade de conjunto exprimir-se-á:

$$\Sigma = \sigma^n = \left(1 + \theta^2 \Delta\omega^2\right)^{\frac{n}{2}}$$

$$= \left(1 + 4\,a^2\right)^{\frac{n}{2}}$$

No caso de desacordos muito fracos (mas só neste caso) a expressão de Σ escreve-se aproximadamente, $\Sigma = (1 + (\sqrt{n}\,\theta)^2 \Delta\omega^2)$; e poderia, portanto, dizer-se que *o sistema de n circuitos* sucessivos e independentes *é equivalente,* quanto ao factor de selectividade, *a um circuito único de constante de tempo* $\sqrt{n}$ *vezes maior.*

Mas esta equivalência, correcta para desacordos muito fracos, não se mantém para maiores valores de $\Delta\omega$. Existe então uma *vantagem* nítida *para a sucessão de circuitos,* a qual, em relação a freqüências afastadas da ressonância, assegura um enfraquecimento muito maior do que o circuito único de constante de tempo equivalente [3].

Pode esta conclusão traduzir-se em vulgar dizendo que, se, na vizinhança do acôrdo, a sucessão de circuitos e o circuito simples de constante de tempo equivalente apresentam uma curva de selectividade de configuração idêntica, logo que as freqüências se afastam da ressonância a curva de selectividade da sucessão de circuitos torna-se muito mais escarpada. A descriminação contra essas freqüências é, por conseguinte, muito mais eficaz.

Independentemente desta vantagem, a sucessão de circuitos ainda se impõe para combater a dificuldade de, quando a freqüência aumenta, atingir, com um circuito simples, e sem dar à bobina dimensões incomportáveis, o valor da constante de tempo θ exigido pela largura de banda [4] consentida.

---

(1) O ganho é, pois, $m = L\omega/Z$.

(2) Supostos perfeitamente blindados.

(3) Na gama de 500 a 1000 kHz, para $\Delta f = 5000$ Hz (valor para o qual a equivalência já não pode, aliás, considerar-se exacta) obtém-se enfraquecimento idêntico (de 1 para 2) com 1 circuito de $\theta = 50\,\mu s$, 2 circuitos de $\theta = 32\,\mu s$ e 3 de $\theta = 25\,\mu s$. Mas, para $\Delta f = 20000$ Hz, os enfraquecimentos obtidos são, respectivamente, de 1:4,2, de 1:17 e de 1:32.

(4) Se se admitir um enfraquecimento de 1 para 2, a largura de banda $2 \times \Delta f$ será $\sqrt{3}/\pi\theta$. O valor de θ deve, pois, ser *suficiente* para que $2 \times \Delta f$ não seja exagerado; e, ao mesmo tempo, êsse valor constitue um *limite*, pois, se se ultrapassar, a largura de banda deminuirá, com prejuízo da fidelidade.

Factor de selectividade de dois circuitos conjugados idênticos (par de circuitos conjugados)

Em dois circuitos conjugados idênticos, a expressão da corrente secundária, deduzida no caso da conjugação magnética, escreve-se, sendo $\gamma = \omega/\omega_0$:

$$\overline{I}_2 = -j \frac{E\,k}{\gamma\,\omega_0\,L\left[k^2 + \frac{1}{Q^2} - \left(1 - \frac{1}{\gamma^2}\right)^2 + j\left(1 - \frac{1}{\gamma^2}\right)\frac{2}{Q}\right]}$$

Quando a pulsação da f. e. m. iguala a pulsação de isocronismo $(\gamma = 1)$, a corrente secundária tem a expressão:

$$\overline{I}_{2\,\mathrm{RES}} = -j \frac{E\,k}{\omega_0\,L\left(k^2 + \frac{1}{Q^2}\right)}$$

A relação $I_{2\,\mathrm{RES}}/I_2$, que pode tomar-se para definir o *factor de selectividade* dos dois circuitos conjugados idênticos, tem, pois, o valor:

$$\sigma = \sqrt{\left[\gamma - \frac{\left(\gamma - \frac{1}{\gamma}\right)^2}{k^2 + \frac{1}{Q^2}}\right]^2 + \left[\frac{\left(\gamma - \frac{1}{\gamma}\right)\frac{2}{Q}}{k^2 + \frac{1}{Q^2}}\right]^2}$$

ou, aproximadamente, visto $\frac{\gamma\,\omega_0}{\omega_0} \doteqdot 1$:

$$\sigma = \sqrt{\left[1 - \frac{\left(\gamma - \frac{1}{\gamma}\right)^2}{k^2 + \frac{1}{Q^2}}\right]^2 + \left[\frac{\left(\gamma - \frac{1}{\gamma}\right)\frac{2}{Q}}{k^2 + \frac{1}{Q^2}}\right]^2}$$

$$= \sqrt{\left[1 - \frac{Q^2\left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}\right)^2}{1 + k^2\,Q^2}\right]^2 + \left[\frac{2\,Q\left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}\right)}{1 + k^2\,Q^2}\right]^2}$$

Pode simplificar-se a expressão de σ tomando $2\,x$ para valor aproximado de $\gamma - (1/\gamma)$ (1). Nessas condições:

$$\sigma = \sqrt{\left[1 - \frac{(2\,Q\,x)^2}{1 + k^2\,Q^2}\right]^2 + \left[\frac{4\,Q\,x}{1 + k^2\,Q^2}\right]^2}$$

---

(1) $\gamma - \frac{1}{\gamma} = x\,\frac{2 + x}{1 + x} \doteqdot 2\,x \qquad \left(\gamma - \frac{1}{\gamma} = \frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}\right)$

Para $Q = 50$ e $k = 1{,}5\,k_c = 0{,}03$, vem $\sqrt{1 + k} = 1{,}015$ ou $x = 0{,}015$ (ou $Q\,x = 0{,}75$). A 500 kHz, a separação dos picos é de 15 kHz. O êrro é de cêrca de 1 %.

Representando Qx por a e kQ por β (grau de conjugação, k/k_c), σ escrever-se-á, mais abreviadamente:

$$\sigma = \sqrt{\left[1 - \frac{4a^2}{1+\beta^2}\right]^2 + \left[\frac{4a}{1+\beta^2}\right]^2}$$

ou ainda:

$$\sigma = \frac{2}{1+\beta^2}\sqrt{4a^4 + 2(1-\beta^2)a^2 + \frac{(1+\beta^2)^2}{4}}$$

A expressão pode usar-se para qualquer tipo de conjugação, tomando para β o valor $k/k_c = X_m/R$, pois $k = X_m/X$ (1); a única reserva é que, quando a conjugação não fôr magnética, a verdadeira curva de selectividade se coloca assimètricamente em relação à freqüência de isocronismo, e não com a simetria que a curva teórica de σ faria prever.

Se a conjugação tiver o valor crítico ($k = k_c$), então $\beta = 1$ e o valor de σ será:

$$\sigma = \sqrt{4a^4 + 1} = \sqrt{1 + \left(\frac{\theta_0}{\sqrt{2}}\right)^4 \Delta\omega^4}\ ^{(2)} \quad (\sigma = 1 \text{ para } a = 0,\ \sigma > 1 \text{ para } a \neq 0)^{(3)}.$$

As considerações a seguir expendidas permitem tornar mais expedito o traçado da curva de selectividade.

No circuito simples, a amplitude da corrente na ressonância é E/R_0 e a sobretensão ou ganho m_0 é Q; em um par de circuitos, conjugados crìticamente, a amplitude da corrente secundária na pulsação do isocronismo, é $E/2R_0$ (maximum maximorum), e a sobretensão ou ganho m_0, nos terminais do condensador secundário, será, pois, $Q/2$. (Se $k < k_c$ ou $\beta < 1$, ter-se-ia $m_0 < Q/2$).

Quando fôr $\beta > 1$, a amplitude da corrente secundária, na pulsação de isocronismo ω_0, exprimir-se-á:

$$I_2 = \frac{E\,k\,Q^2}{\omega_0 L\,(1 + k^2 Q^2)} = \frac{E\,\beta}{R_0(1+\beta^2)} = \frac{E}{\frac{1+\beta^2}{\beta} R_0}$$

Por conseqüência, a sobretensão ou ganho terá o valor:

$$m_0 = \frac{Q\beta}{1+\beta^2}$$

E esta expressão do ganho ou sobretensão na freqüência do isocronismo serve para qualquer valor de β (casos particulares, $\beta = 1$ e $\beta < 1$). Deve, todavia, notar-se que, *quando $\beta > 1$, há freqüências, fora do isocronismo, para as quais o ganho ou sobretensão é maior,*

---

(1) $\beta = k/k_c = M\omega/\sqrt{R_1 R_2}$ no caso da conjugação magnética $(k = M/\sqrt{L_1 L_2})$; e $\beta = M\omega/R = QM/L$ para $R_1 = R_2 (= R)$, no mesmo caso. Mas, para outros tipos de conjugação $k = X_m/\sqrt{X_1 X_2}$; e, para circuitos idênticos, $k = X_m/X$ e $k_c = R/X$, por conseguinte, $\beta = k/k_c = X_m/R$.

(2) No circuito simples, tinha-se $\sigma = \sqrt{4a^2 + 1} = \sqrt{1 + \theta_0^2 \Delta\omega^2}$

(3) A maneira como se deduziu a expressão de σ torna-a igual a 1 para $a = 0$, qualquer que seja o valor de β. Quando $\beta > 1$, o valor de σ, fora da pulsação do isocronismo, passa por valores inferiores à unidade.

atingindo também o valor de ressonância absoluta $m_{max} = Q/2$; são as freqüências de localização dos picos $f = f_0/\sqrt{1+k}$ e $f' = f_0/\sqrt{1-k}$, ou, se se pretender maior rigor:

$$f = \frac{f_0}{\sqrt{1 + k\sqrt{1 - \frac{1}{k^2 Q^2}}}} \quad \text{e} \quad f' = \frac{f_0}{\sqrt{1 - k\sqrt{1 - \frac{1}{k^2 Q^2}}}}$$

De acôrdo com esta expressão, a separação entre cada pico e a freqüência de isocronismo f_0 pode exprimir-se:

$$f' - f_0 \doteqdot f_0 - f = \frac{f' - f}{2} = \frac{f_0}{2Q}\sqrt{\beta^2 - 1}$$

Mas, aproximadamente, pode tomar-se $(f' - f)/2 = f_0 k/2 = f_0 \beta/2Q$ (o que equivale a adoptar $f = f_0/\sqrt{1 \pm k}$); o valor de a que corresponde a esta separação é $Q(f' - f)/2 f_0 = \beta/2$. E notando que, com idêntica aproximação, o valor de σ passa de novo pela unidade para $a = (1/\sqrt{2})\sqrt{1+\beta^2} \doteqdot \beta/\sqrt{2}$, correspondente à largura de banda $\sqrt{2}(f' - f)/2$, pode concluir-se que, para uma largura de banda $\sqrt{2}$ vezes superior à separação dos picos, o ganho retoma o seu valor da freqüência de isocronismo.

A curva dos ganhos ou sobretensões poderá, pois, desenhar-se de maneira expedita, para $\beta > 1$, calculando os cinco pontos seguintes:

1.º — À freqüência f_0

$$\text{Ganho} \quad m_0 = \frac{Q\beta}{1+\beta^2}$$

2.º e 3.º — Às freqüências separadas de

$$\pm \frac{f' - f}{2} = \pm \frac{f_0}{2Q}\beta$$

ou, com maior rigor:

$$\pm \frac{f' - f}{2} = \pm \frac{f_0}{2Q}\sqrt{\beta^2 - 1}$$

$$\text{Ganho} \quad m_{max} = \frac{Q}{2}$$

4.º e 5.º — Às freqüências com separação $\sqrt{2}$ vezes superior

$$\text{Ganho} \quad m\,(= m_0) = \frac{Q\beta}{1+\beta^2}$$

A curva de selectividade, considerada como a representação do factor de selectividade $\sigma = m_0/m$, passaria, nos mesmos pontos, pelas seguintes ordenadas:

1.º — $\sigma_0 = 1$; 2.º e 3.º — $\sigma_{min} = m_0/m_{max} = 2\beta/1+\beta^2 (< 1)$; 4.º e 5.º — $\sigma = \sigma_0 = 1$

Não é lógico, todavia, dar ao factor de selectividade valores inferiores à unidade. E essa maneira de proceder ainda teria a desvantagem de não tornar a curva coerente com a do caso $\beta = 1$, em que se tem $m_0 = m_{max} = Q/2$ (maximum maximorum) e $\sigma_0 = 1$.

Defina-se, pois, *a curva de selectividade* dos circuitos *cerradamente* conjugados, cuja curva é em dorso de camelo, como a representação da relação m_{max}/m; e as suas *ordenadas,* que continuarão a representar-se por σ, serão, nos mesmos cinco pontos:

1.º — $\sigma_0 = \dfrac{1+\beta^2}{2\beta}$; à freqüência f_0

2.º e 3.º — $\sigma_{min} = 1$; separação: $\pm \dfrac{f_0}{2Q}\sqrt{\beta^2-1} \doteqdot \dfrac{f_0\beta}{2Q}$

4.º e 5.º — $\sigma = \sigma_0 = \dfrac{1+\beta^2}{2\beta}$; separação: $\pm \dfrac{f_0}{\sqrt{2}Q}\sqrt{\beta^2-2} \doteqdot \dfrac{f_0\beta}{\sqrt{2}Q}$

Factor de selectividade duma sucessão de pares de circuitos conjugados

Nos andares de freqüência intermédia dos receptores superheterodinos emprega-se usualmente uma sucessão de pares de circuitos conjugados (filtros de banda ou transformadores de freqüência intermédia, F. I.), cada um dos quais exerce uma acção selectiva independente.

O factor de selectividade do conjunto de n pares será:

$$\Sigma = \sqrt{\left[\left(1 - \frac{Q^2\left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}\right)}{1+k^2Q^2}\right)^2 + \left(\frac{2Q\left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}\right)}{1+k^2Q^2}\right)^2\right]^n}$$

ou, abreviadamente, com suficiente aproximação:

$$\Sigma = \sqrt{\left[\left(1 - \frac{4a^2}{1+\beta^2}\right)^2 + \left(\frac{4a}{1+\beta^2}\right)^2\right]^n}$$

ou ainda:

$$\Sigma = \left(\frac{2}{1+\beta^2}\sqrt{4a^4 + 2(1-\beta^2)a^2 + \frac{(1+\beta^2)^2}{4}}\right)^n$$

No caso de dois pares ($n = 2$):

$$\Sigma = \frac{4}{(1+\beta^2)^2}\left(4a^4 + 2(1-\beta^2)a^2 + \frac{(1+\beta^2)^2}{4}\right)$$

Se se desejar traçar a curva de selectividade expedita da sucessão de pares de circuitos, referida à relação m_{max}/m, marcar-se-ão os cinco pontos seguintes:

1.º — $\Sigma_0 = \left(\dfrac{1+\beta^2}{2\beta}\right)^n$; à freqüência de f_0

2.º e 3.º — $\Sigma_{min} = 1$; separação: $\pm \dfrac{f_0}{2Q}\sqrt{\beta^2-1} \doteqdot \dfrac{f_0\beta}{2Q}$

4.º e 5.º — $\Sigma = \Sigma_0 = \left(\dfrac{1+\beta^2}{2\beta}\right)^n$; separação: $\pm \dfrac{f_0}{\sqrt{2}Q}\sqrt{\beta^2-1} \doteqdot \dfrac{f_0Q}{\sqrt{2}Q}$

Muitas vezes se apresèntam curvas de selectividade universais relativas a pares de circuitos *crìticamente* conjugados; são baseadas nas seguintes expressões do factor de selectividade, então particularmente simples:

$$n = 1 \text{ (expressão já indicada)}: \quad \sigma = \sqrt{1 + 4a^4}$$

$$n = 2 \quad : \quad \sigma = 1 + 4a^4$$

$$n = n \quad : \quad \sigma = \sqrt{(1 + 4a^4)^n}$$

Comparando a selectividade obtida com circuitos simples e com pares de circuitos conjugados, nota-se que, no primeiro caso, a tendência é tornar a curva de selectividade exageradamente aguda. As condições são muito mais favoráveis com os pares de circuitos conjugados, devido aos picos relativamente próximos que aparecem quando se aumenta o Q [1], desde que a conjugação não seja demasiado forte.

Surgem dificuldades quando o aumento de Q provoca um «vale» profundo entre os picos; *o limite* prático que será possível atingir é, para o conjunto dos pares de circuitos, o duma relação de 1 para 2, quando muito 3 ($\Sigma = 2$ ou 3), entre os picos ($\Sigma = 1$) e o vale; mas deve então juntar-se um andar com um circuito ressonante simples. Conseguem-se, nessas circunstâncias, desde que se respeitem as condições óptimas, respostas de boa uniformidade e com escarpada descriminação fora da banda.

Porém, na maioria dos casos, os filtros de banda (usualmente em número de 2 a 4) empregam graus de conjugação compreendidos entre 1 e 2 ($\beta = 1$ a 2); a curva de selectividade de cada um dêles já então apresenta configuração grosseiramente rectangular, aproximada, por conseqüência, da configuração ideal; e a acção selectiva da sua sucessão acaba por garantir uma descriminação eficazmente escarpada contra as freqüências exteriores à banda a receber.

A estrutura selectiva dos receptores do tipo supereterodino, que hoje constitue a quasi totalidade da produção industrial, apoia-se nos *filtros de banda;* e a inexcedível eficácia dêstes transformadores de F. I. (freqüência intermédia) na *conciliação da selectividade com a fidelidade,* aliada à *vantagem de se regularem, uma vez por tôdas, numa freqüência central fixa,* constitue a verdadeira razão do êxito definitivo dos receptores dêsse tipo.

Nos aparelhos supereterodinos, a operação da selecção executa-se em acções parciais sucessivas. Começa, geralmente, no dispositivo colector de ondas (antena ou quadro); prossegue, usualmente, no decurso duma amplificação selectiva [2] em radiofreqüência; continua, após a conversão da radiofreqüência incidente noutra radiofreqüência, sempre a mesma, designada freqüência intermédia, (conversão de freqüência que caracteriza o tipo supereterodino) na amplificação, eminentemente selectiva, em freqüência intermédia; pode, finalmente, concluir-se, pela modificação de certas componentes, na amplificação em audiofreqüência, após detenção (revelação da audiofreqüência que a modulação imprime na onda a receber).

Quando se fala de curva de selectividade dum receptor, indica-se a curva obtida de acôrdo com certos preceitos já normalizados, cuja compreensão se facilita recordando primeiro a definição de sensibilidade do aparelho.

---

(1) O que corresponde a baixar o valor de k_c e, por conseqüência, para dado valor de k, a aumentar o valor de β (como, aliás, se conclue directamente de $\beta = k\,Q$).

(2) Quere dizer, amplificação que utiliza sistemas oscilantes (ressonantes ou anti-ressonantes).

Designa-se *sensibilidade dum aparelho de recepção* a tensão $E_{o_{ef}}$ (modulada a 400 Hz, 30 %) que é necessário aplicar à sua entrada, através duma antena fictícia normal ($L = 20\ \mu H$, $C = 200\ \mu\mu F$, $R = 25\ \square$, grandezas que correspondem aproximadamente às características efectivas duma antena vertical de 4 m de altura efectiva, na gama média da radiodifusão), para obter à saída a potência *normal* (normalizada). Supõe-se, como é óbvio, que o receptor se afinou para a freqüência da tensão aplicada.

As *curvas de selectividade dos receptores* traçam-se agindo sôbre a freqüência dessa tensão aplicada (para um e outro lado da freqüência de acôrdo com o receptor) e alterando o seu valor de modo a restabelecer à saída a potência normal; exprimindo, por fim, gràficamente (e, em geral, sob escala logarítmica) $E_{\Delta f_{ef}} / E_{o_{ef}}$ em função de Δf.

Dado o método do traçado desta curva experimental, as suas ordenadas correspondem a relações de tensões; e como, variando a pulsação, varia a impedância do sistema, não é correcto traduzir o resultado em db pela aplicação directa da expressão $20 \log E_{\Delta f_{ef}} / E_{o_{ef}}$ (salvo se se mencionar, expressamente, tratar-se do convencional decibel de tensão). É por êste motivo que muitas vezes se prefere marcar o valor numérico das relações das tensões em papel de ordenadas logarítmicas, em vez de converter essas relações em db; mas a configuração da curva não se altera, evidentemente, com essa forma de proceder.

O modo como a curva se determina permite concluir que ela, na realidade, sintetiza as sucessivas acções selectivas executadas no decorrer da recepção da onda e põe em evidência que existe unidade na operação da selecção, só verdadeiramente tendo importância o resultado final ou global.

Abril, 1944.

CLIMA DE GUERRA

Repercussão na indústria nacional do cimento — combustíveis

PELO ENG.º AMÁVEL GRANGER
E. I. L.

No número 4 — Julho/Agôsto de 1943, do Boletim da Ordem dos Engenheiros, o ilustre Director-Técnico da Fábrica de Cimento da «Companhia dos Cimentos Tejo», o meu amigo senhor Engenheiro Teixeira Lopes, num artigo intitulado «Alguns aspectos da laboração das fábricas de cimento em tempo de guerra», aprecia na generalidade, certas regiões da indústria, agora tornadas malsãs pelo «clima de guerra». Entre estas, avulta no domínio da tecno-economia, particularmente atingida por êste «clima», a região dos combustíveis, já naquele estudo do senhor Engenheiro Teixeira Lopes abordada detidamente no «facies» qualitativo.

Com efeito, a operação primordial, dominante, no êxito da indústria, onde convergem e se integram tôdas as atenções, e esforços dos homens, e das máquinas, através de várias fases preparatórias, é sem dúvida a «cozedura»; outro tanto é dizer, da importância assumida nesta indústria do cimento pelos combustíveis, quanto às suas características — qualidade —, quanto à preparação, quanto ao emprêgo.

De há muitos anos — 1923 —, desde que se labuta por êste termo de Leiria, com margas e calcáreos para fabricar cimento, é e tem sido preocupação dos dirigentes, utilizar na «cozedura» combustíveis nacionais. De início porém, quando montadores e pseudo técnicos, da mesma origem dos maquinismos, ainda interferiam na laboração da fábrica de cimento, houve de ser vencido algum testudo e quadrado obstrucionismo, àquele aliás tão português e legítimo desígnio. A pouco e pouco, com precauções excessivas de novatos, afastada a teimosia dos exóticos montadores, e estes mesmos, foram substituídos os combustíveis inglêses por lenhites, hulhas e antracites nacionais, então julgadas pobres, em tôrno de 6.500 calorias. Eram carvões que ao tempo a livre escolha e a abastança, esquecido já o período de 1914 a 1918, recusavam, afirmando a impossibilidade de cozer com tão vil instrumento!!

Durante largos anos procedentes de várias minas do país: Pejão, São Pedro da Cova, Santa Suzana, Cabo Mondego, Batalha, Bezerra, Ferrarias, Rio Maior, Óbidos, foram utilizados combustíveis nacionais, socorrendo-nos sòmente de combustíveis estrangeiros em pequena percentagem, e quando aqueles faltavam. Em mais larga escala e por mais longo período de tempo, predominaram na mistura de combustíveis preparada para a «cozedura», as lenhites da mina da Bezerra e das Ferrarias, e a antracite do Pejão. O poder calorífico dêstes combustíveis oscilava em tôrno de 6.500 calorias.

Foi na verdade, esta quadra fabril, a mais tranqüila, fácil e económica, da laboção: longos períodos de marcha dos fornos — bom rendimento horário da produção de clinquer — excelentes características do cimento fabricado — raros acidentes da «cozedura» e em particular «anéis» fàcilmente debeláveis, por processos, receitas, consagradas já pela prática, para aqueles tipos de combustíveis. Entretanto, em 1933, escasseiam as lenhites da Bezerra e das Ferrarias e durante anos, por temor de empobrecer a mistura, recorre-se a hulhas inglêsas, ricas de matérias voláteis e de calorias, e lotam-se com lenhites mais pobres, em quantidade e qualidade, da Batalha e do Cabo Mondego; em proporção dominante nesta mistura continua a figurar a antracite do Pejão. O carvão estrangeiro entrava na percentagem de aproximadamente 29 %, na mistura preparada de combustíveis.

Cria-se temeridade aumentar a percentagem de lenhites portuguesas muito pobres, em detrimento da hulha inglêsa, para conservar na mistura a mesma percentagem de matérias voláteis, 13 a 15 %; se tal se fizesse haveria manifesta depressão do poder calorífico.

Assim se chegou a fins de 1938; já havia sinais percussores do «clima de guerra» a ameaçar da Europa Central e do Oriente. O carvão inglês escassearia, ou desapareceria do mercado português, se da ameaça se passasse à acção; neste caso haveria que contar só com as minas nacionais.

Privada a mistura da hulha inglêsa rica de qualidades, matérias voláteis e calorias, para não empobrecer a mistura de matérias voláteis, ter-se-ia de forçar a percentagem de lenhites nacionais pobres, e portanto haveria abaixamento do poder calorífico. Não querendo ou não podendo proceder assim, se pelo contrário fôsse aumentada na mistura a percentagem de antracite do Pejão, não deminuïria sensìvelmente o poder calorífico, mas a percentagem de matérias voláteis desceria muito abaixo do mínimo consagrado e exigido para conduzir a «cozedura» em boas condições. A um tempo a solução técnica que fôsse adeptada, para obviar à carência do carvão inglês, implicaria também uma notável economia na cozedura, ou obstáculo ao agravamento desta.

Em Dezembro de 1938, e Janeiro e Fevereiro de 1939, recorre-se à solução referida em segundo lugar e procede-se a estudo experimental. Durante três meses aproximadamente, conduzimos a «cozedura» com a percentagem de 5 % de matérias voláteis na mistura combustível e até por vezes de 3 %, quando se queimava isoladamente antracite do Pejão.

É evidente que a condução da «cozedura» nestas condições, é difícil, trabalhosa, e exige do forneiro maior atenção e precauções que não cabe aqui descrever. Verificámos contudo, e era êste o nosso intento principal, que poderíamos cozer nestas condições se a tanto fôssemos obrigados, consumada a ameaça que pairava sôbre nós. No entanto, as dificuldades que se deparavam eram tão grandes, que só na hipótese de não se poder cozer com a mistura de lenhites pobres e de antracite do Pejão, a que acima nos referimos, se deveria recorrer a solução tão escabrosa.

Eramos agora levados, compelidos, a prosseguir na mobilização total dos nossos pobres recursos carboníferos neste passo difícil de auto-suficiência. Assim se fêz e se tem feito, e de então a esta parte, temo-nos socorrido dos mais variados combustíveis, de natureza e procedências diversas.

Com o andar dos tempos uma vez mais vemos confirmado que a necessidade, a mestra do engenho, nos obrigou a expedientes e a improvizações que tocam quási as raias da comicidade; mas têm dado «geito» . . . . . ; consultem-se os mapas juntos.

É sabido como os combustíveis, e os sucedâneos, têm subido desmesuradamente de preços e descido de qualidade; cremos que no aumento da produção mineira contribue em boa parte o estéril que não toma o caminho da entulheira.

Houve tempo em que ao empobrecimento dum combustível, concomitante dum aumento de preço, obviávamos recorrendo a outro ainda não utilizados sob êste aspecto; mas ràpidamente êste seguia na senda gloriosa do que o precedera . . . . .

Não resistiremos à tentação de contar um de vários episódios que poderiam ilustrar o que dizemos:

Um dia, na entulheira duma mina vimos o entulho a fumegar em nuvens sulfurosas; colhemos uma amostra, e verificado um conteúdo de 30 – 35 % de substância combustível, dissémos ao mineiro: «o trabalho que V. tem a conduzir o estéril para a entulheira, fica-lhe mais caro do que aquele que teria se o carregasse num vagon e o encaminhasse para a Maceira; deveria agradecer a quem o livrasse dessa praga, que empesta os arredores da sua mina, mas ainda lhe poderemos dar qualquer coisa por êle se nos fornecer em compensação pêso igual de carvão de primeira — 4.050 calorias»; foi aceite o alvitre e ajustado como se propunha. Passados alguns meses era concedido um aumento de preço ao combustível extraído naquela mina, e o estéril abrangido também, ficou a «valer» mais

80 %..... Com esta exaltação — reguladora e cristã — dos humildes, ainda neste vale de lágrimas, lá ficou inglória e improdutiva para o cimento a «descoberta» da entulheira.....

Nos mapas juntos vêm-se e desvendam-se as vicissitudes atravessadas pela indústria do cimento da Maceira, no que toca aos combustíveis utilizados na cozedura, quer em qualidade, quer em preços, quer na... variedade; ajuíze-se do esfôrço moral e material dispendido para remediar as dificuldades que vão surgindo.

Os valores médios que os mapas descrevem não dão conta, claro é, das «pontas» que por vezes, muitas vezes, sobrevêm dias e dias seguidos: em Janeiro de 1943 a mistura combustível desceu impressionantemente durante um período de sete dias a 49 % de cinzas com 3.468 calorias; em Outubro do mesmo ano fomos a 3.350 calorias; uma ou outra vez figuram na mistura, quási só lenhites, ou só antracite.

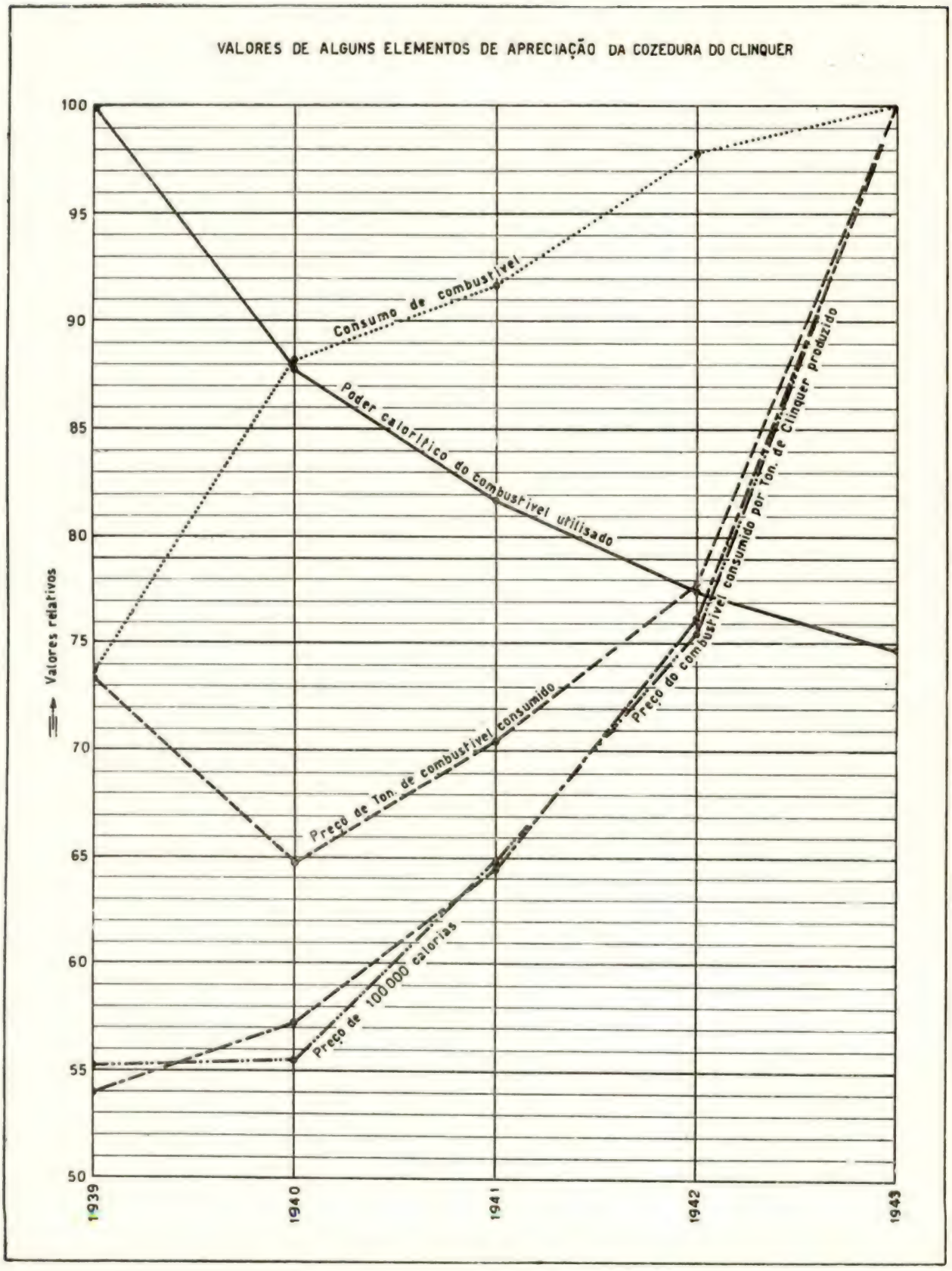
Seria fastidioso descrever as nossas dificuldades a quem não labute ou não conheça nos seus pormenores a indústria do cimento; os que, almocreves como nós, atravessam as mesmas encruzilhadas, conhecem o cortejo de atribulações, e o esfôrço que é exigido às administrações, aos quadros, e ao pessoal, para ainda mesmo em produção reduzida manter a disciplina, conservar ou não baixar sensìvelmente a qualidade do produto fabricado sem prejuízo dos rendimentos horários, prevenir desfalecimentos, varrer pessimismos derrotistas. É compensador e estimulante, acarinhar os que colaboram àrduamente. São estes últimos, em regra, os que mais sofrem com o «clima de guerra» e são também os que mais desinteressadamente prestam o seu esfôrço. Para os mover podem mais os apelos de ordem efectiva feitos ao coração e à inteligência, de que razões bem ordenadas «de confecção», despidas de fé e de entusiasmo.

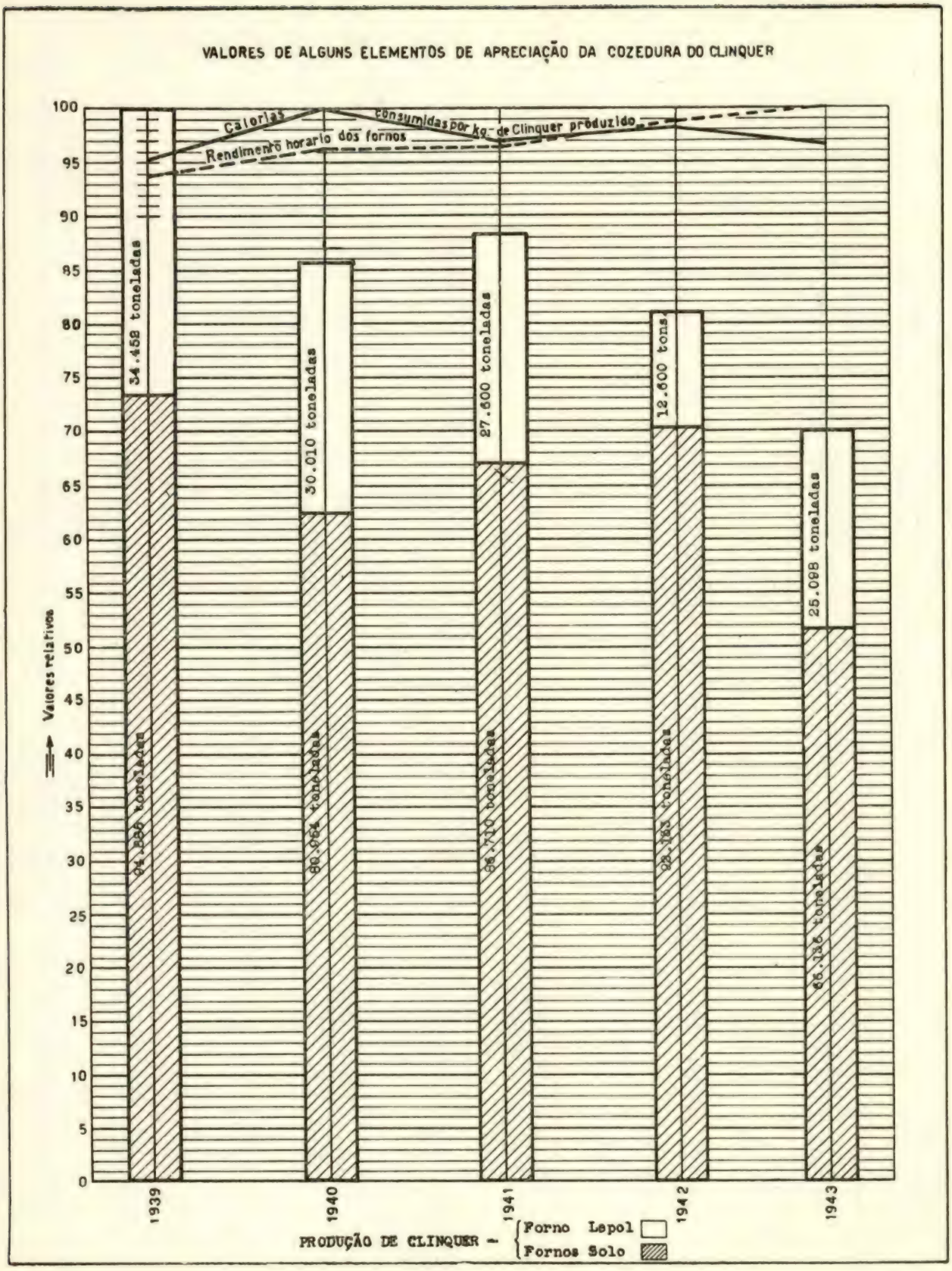
Foi sempre assim entre nós... contudo, quando se fala ao coração e à inteligência, não é despiciendo postergar o ventre, mormente nos tempos que vão correndo de desenfreadas negociatas, nacionais ou internacionais mais on menos «volframistas», que fazem «mau sangue» a quem trabalha sofredora e apagadamente. Haja quem «comande» (comandar não é mandar), e a repercussão insalubre do «clima de guerra», em todos os campos será atenuada, como tem sido até hoje neste campo em que lavram, na Maceira os cimenteiros, pelo esfôrço solidário do que sabe comandar e dos que sabem obedecer.

Maceira-Liz, 18 de Abril de 1944.

Valores de alguns elementos de apreciação da cozedura do clinquer

	Produção de clinquer		Poder calorífico superior		Consumo de combustível		Preço da tonelada de combustível	Preço do combustível consumido por tonelada de clinquer produzido	Preço de 100.000 cal.	Consumo de calorias por kg de clinquer		Rendimento horário dos fornos	
	Toneladas	Valores relativos	Calorias	Valores relativos	% do clinquer produzido	Valores relativos	Valores relativos	Valores relativos	Valores relativos	Quantidade	Valor relativo	Toneladas	Valor relativo
1939	129.337	100,0	5.377	100,0	24,8	73,8	73,3	54,0	55,1	1.333	95,3	7,7	93,9
1940	110.964	85,9	4.726	87,9	29,6	88,1	64,8	57,1	55,5	1.399	100,0	7,9	96,3
1941	114.310	88,4	4.407	81,8	30,8	91,7	70,5	64,5	64,6	1.357	97,0	7,9	96,3
1942	104.733	81,0	4.173	77,6	32,9	97,9	77,9	76,2	75,5	1.373	98,1	8,1	98,8
1943	91.234	70,5	4.018	74,7	33,6	100,0	100,0	100,0	100,0	1.382	96,6	8,2	100,0


VALORES DE ALGUNS ELEMENTOS DE APRECIAÇÃO DA COZEDURA DO CLINQUER
Valores relativos
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
1939
1940
1941
1942
1943
Consumo de combustivel
Poder calorifico do combustivel utilisado
Preço de Ton. de combustivel consumido
Preço do combustivel consumido por Ton. de Clinquer produzido
Preço de 100 000 calorias


VALORES DE ALGUNS ELEMENTOS DE APRECIAÇÃO DA COZEDURA DO CLINQUER
Calorias consumidas por kg. de Clinquer produzido
Rendimento horario dos fornos
34.458 toneladas
30.010 toneladas
27.600 toneladas
12.600 tons.
25.098 toneladas
Valores relativos
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
1939
1940
1941
1942
1943
PRODUÇÃO DE CLINQUER -
Forno Lepol
Fornos Solo

Tipos médios dos combustíveis utilizados na preparação da mistura para a cozedura de matérias primas

Designação dos Combustíveis	Análises imediatas Médias		Anos 1939	1940	1941	1942	1943
Antracite nacional A	Umidade %		9,1	8,5	9,1	8,8	8,6
	Substância sêca	Cinzas %	20,1	21,5	22,3	24,6	28,9
		Poder calorífico Cal./kg	6.400	6.300	6.100	5.950	5.493
	Poder calorífico — Cal./kg (Carvão tal qual) (*)		5.818	5.764	5.545	5.426	5.022
Hulha estrangeira	Umidade %		8,3	—	—	—	—
	Substância sêca	Cinzas %	8,7	—	—	—	—
		Poder calorífico Cal./kg	6.860	—	—	—	—
	Poder calorífico — Cal./kg (Carvão tal qual)		6.291	—	—	—	—
Linhite nacional A de 1.ª	Umidade %		—	—	—	10,0	9,1
	Substância sêca	Cinzas %	—	—	—	40,3	42,4
		Poder calorífico Cal./kg	—	—	—	4.500	4.106
	Poder calorífico — Cal./kg (Carvão tal qual)		—	—	—	4.050	3.732
Linhite nacional A de 2.ª	Umidade %		11,8	10,9	10,2	9,4	10,0
	Substância sêca	Cinzas %	41,6	42,0	44,6	49,3	50,8
		Poder calorífico Cal./kg	4.390	4.300	4.200	3.340	3.464
	Poder calorífico — Cal./kg (Carvão tal qual)		3.872	3.831	3.772	3.026	3.115

(*) Poder calorífico tal qual: Sob esta designação queremos dizer que êste valor corresponde ao combustível tal como o recebemos na Fábrica. Designa-se sempre o poder calorífico superior.

Designação dos Combustíveis	Análises imediatas Médias		Anos				
			1939	1940	1941	1942	1943
Linhite nacional A de 4.ª	Umidade %		—	—	7,6	8,0	6,3
	Substância sêca	Cinzas %	—	—	65,1	65,4	70,1
		Poder calorífico Cal./kg	—	—	1.500	1.756	1.617
	Poder calorífico — Cal./kg (Carvão tal qual) (*)		—	—	1.386	1.615	1.515
Linhite nacional B de 1.ª	Umidade %		—	—	—	—	3,3
	Substância sêca	Cinzas %	—	—	—	—	32,6
		Poder calorífico Cal./kg	—	—	—	—	5.370
	Poder calorífico — Cal./kg (Carvão tal qual)		—	—	—	—	5.193
Linhite nacional B de 3.ª	Umidade %		2,9	4,7	4,7	4,8	6,2
	Substância sêca	Cinzas %	39,2	46,7	48,6	52,7	54,1
		Poder calorífico Cal./kg	4.250	3.730	3.600	3.430	3.220
	Poder calorífico — Cal./kg (Carvão tal qual)		4.127	3.555	3.430	3.265	3.020
Linhite nacional C	Umidade %		—	21,1	19,5	—	—
	Substância sêca	Cinzas %	—	47,4	54,1	—	—
		Poder calorífico Cal./kg	—	2.300	2.000	—	—
	Poder calorífico — Cal./kg (Carvão tal qual)		—	1.815	1.610	—	—

(*) Poder calorífico tal qual: Sob esta designação queremos dizer que êste valor corresponde ao combustível tal como o recebemos na Fábrica. Designa-se sempre o poder calorífico superior.

Designação dos Combustíveis	Análises imediatas Médias		Anos 1939	1940	1941	1942	1943
Linhite nacional D	Umidade %		—	18,9	17,5	14,9	—
	Substância sêca	Cinzas %	—	38,2	45,8	51,5	—
		Poder calorífico Cal./kg	—	3.800	2.500	2.120	—
	Poder calorífico — Cal. kg (Carvão tal qual) (*)		—	3.081	2.062	1.804	—
Linhite nacional E	Umidade %		—	—	7,8	—	—
	Substância sêca	Cinzas %	—	—	52,2	—	—
		Poder calorífico Cal./kg	—	—	2.000	—	—
	Poder calorífico — Cal./kg (Carvão tal qual)		—	—	1.844	—	—
Linhite nacional F	Umidade %		—	—	—	14,2	—
	Substância sêca	Cinzas %	—	—	—	44,5	—
		Poder calorífico Cal./kg	—	—	—	3.650	—
	Poder calorífico — Cal. kg (Carvão tal qual)		—	—	—	3.132	—
Linhite nacional G	Umidade %		—	—	21,4	—	—
	Substância sêca	Cinzas %	—	—	16,4	—	—
		Poder calorífico Cal. kg	—	—	4.800	—	—
	Poder calorífico — Cal./kg (Carvão tal qual)		—	—	3.773	—	—

(*) Poder calorífico tal qual: Sob esta designação queremos dizer que êste valor corresponde ao combustível tal como o recebemos na Fábrica. Designa-se sempre o poder calorífico superior.

Designação dos Combustíveis	Análises imediatas Médias		Anos				
			1939	1940	1941	1942	1943
Carvão Vegetal	Umidade %		—	—	—	9,0	5,8
	Substância sêca	Cinzas %	—	—	—	7,6	14,2
		Poder calorífico Cal./kg	—	—	—	7.200	6.540
	Poder calorífico — Cal./kg (Carvão tal qual) (*)		—	—	—	6.552	6.161
Bagaço de Azeitona	Umidade %		—	23,0	28,7	38,4	—
	Substância sêca	Cinzas %	—	7,5	6,8	6,1	—
		Poder calorífico Cal./kg	—	4.820	4.900	4.900	—
	Poder calorífico — Cal./kg (Tal qual)		—	3.711	3.494	3.018	—
Serradura	Umidade %		—	—	50,0	—	—
	Substância sêca	Cinzas %	—	—	1,7	—	—
		Poder calorífico Cal. kg	—	—	4.680	—	—
	Poder calorífico — Cal./kg (Tal qual)		—	—	2.340	—	—
Mistura Combustível Consumida	Umidade %		8,4	8,6	11,0	8,4	8,9
	Substância sêca	Cinzas %	24,6	30,1	32,2	38,2	42,3
		Poder calorífico Cal./kg	5.870	5.171	4.952	4.556	4.410
	Poder calorífico — Cal./kg (Carvão tal qual)		5.377	4.726	4.407	4.173	4.018

(*) Poder calorífico tal qual: Sob esta designação queremos dizer que êste valor corresponde ao combustível tal como o recebemos na Fábrica. Designa-se sempre o poder calorífico superior.

Apontamentos para a avaliação das fôrças exteriores no caso de grandes túneis

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) MANUEL BRAVO

A avaliação das fôrças exteriores a considerar no cálculo de um túnel, principalmente se êle fôr de grandes dimensões e sujeito a grandes cargas, é um problema delicado.

Com efeito, os dois factores, tantas vezes inconciliáveis, da segurança e economia, brigam de tal modo neste problema que com certeza não haverá nenhum técnico disposto a arriscar-se ao ponto de comprometer o primeiro para aliviar o segundo.

Por êsse motivo, a avaliação das fôrças actuantes é um problema baseado em hipóteses semi-empíricas, como a maior parte da *arte* da Estabilidade das Construções.

Num estudo da crítica aos métodos de cálculo de túneis, feito pelo colega J. Augusto dos Santos ([1]), mostrava-se claramente a divergência de critérios expressa por outros tantos métodos de cálculo (Kommerel, Culmann, Ritter, etc.).

Ainda que por vezes haja grande divergência no *caso tipo* em que se deve incluir o cálculo da abóbada do túnel (arco de 3 articulações, encastrado, etc.), não é êste em nosso entender o problema mais importante (pois que êste problema é mais palpável para a sensibilidade e educação técnica do engenheiro), o que realmente se torna difícil, se não impossível, é exprimir com exactidão a lei de variação das cargas que actuam sôbre a obra a calcular, o modo como se repartem e a sua direcção.

O método pelo qual se verifique o equilíbrio dessas fôrças com a estrutura projectada, já tem menos interêsse, pois que todos êles se resumem mais ou menos em resolver as equações que a *ciência* da Estabilidade das Construções estabelece para as peças em arco.

Sem querer estabelecer doutrina, contudo, não concordamos com o cálculo de túneis como arco de três articulações — parece-nos mais lógico considerar os arcos dos túneis como arcos elásticos. Alguns autores concordam mesmo, em que a economia proveniente da consideração de um ou outro dos métodos de cálculo é desprezível comparada com o custo relativo de uma obra de semelhante envergadura, além do que não se conhecem túneis em que realmente os arcos sejam articulados, não havendo por conseguinte base teórica para aquele cálculo.

O estudo das cargas que actuam sôbre obras desta natureza tem sido fundado não só em bases de pura especulação, como também em obras construídas e das quais se retiraram alguns ensinamentos importantes.

Para a avaliação das cargas é interessante verificar as figuras de rotura do terreno devido a assentamentos do mesmo sôbre a obra.

Quanto maior fôr a importância dêsses assentamentos, tanto maior será a pressão descarregada e por essa razão é conveniente na construção dos túneis fazer seguir à abertura a construção da abóbada. A construção de betão presta-se muito a êsse fim.

Têm estas notas a intenção de chamar a atenção para um método de avaliação das fôrças exteriores, descrito pelo Eng.º Karl. Wiedemann ([2]) e que foi aplicado ao cálculo de um túnel de aproximadamente 60 m²

([1]) Vd. *Técnica*, n.º 85, Maio 1937.

([2]) Ing. K. Wiedemann — Ausführung von Stollen bauten in neuzeitlicher Technik, Berlim — 1937.

de secção, já construído e em serviço há uma meia dúzia de anos, bem assim como a outros de menor importância e também já construídos ou em vias de conclusão.

O Autor divide as obras a calcular em dois grupos: o primeiro, em que o recobrimento sôbre o túnel é inferior a 20 m, e o segundo, quando ultrapassa aquele valor.

Para êste segundo caso, emprega para diagrama das cargas a chamada elipse de pressão com 20 m de altura (semi-eixo maior) e uma largura (semi-eixo menor) função da largura do túnel e do ângulo de talude natural das terras (fig. 3). Supõe, portanto, que nenhuma carga de terra situada a maior altura, e fora do diagrama, actua sôbre o túnel.

Esta hipótese é baseada na forma elíptica da fractura do terreno, quando se dão assentamentos sôbre o túnel.

Modernamente têm sido encaradas hipóteses semelhantes no cálculo de muros de suporte e muros cais, em que se consideram em vez de uma superfície plana de escorregamento, conforme o suposto na teoria de Coulomb, superfícies curvas ([3]) de escorregamento: circunferência, espiral logarítmica, etc., variando consoante os casos e os autores.

No caso dos túneis, o Eng.º Wiedemann aceita a hipótese das terras exercerem pressão simétrica sôbre a obra, admitindo igualmente que no caso de haver assentamentos, se separam blocos simètricamente ao eixo de simetria da obra.

Entendemos, contudo, que nada obriga a que o eixo de simetria do deslocamento do terreno coïncida com o da obra, mas o Autor para simplificar admite que tal facto sucede.

O Autor observa que existe uma teoria deduzindo dos assentamentos a pressão da terra, isto é, a altura da semi-elipse de pressão. Mesmo no caso do assentamento ser muito pequeno, alguns centímetros (o que pode suceder no caso da construção em betão, em oposição aos métodos em que se empregue durante muito tempo a entivação de madeira, em que há assentamentos de um metro e mais) recomenda o Autor empregar a elipse de 20 m de altura, baseado nos dados da experiência, dizendo que com o tempo formar-se-ão fendas, e mesmo que a terra não haja sido revolvida há sempre infiltrações que poderão provocar deslocamentos maiores.

Há também a considerar os abalos provocados pelo emprêgo de explosivos no desmonte de abertura, sendo nossa opinião que quando o terreno não seja bastante consolidado e esteja sujeito a deslocar-se por qualquer das causas apontadas se devem praticar injecções de cimento, para dêste modo aliviar a descarga de pressões sôbre a obra.

A mole de terreno que se sobrepõe à obra, exerce pressões indeterminadas e variáveis sôbre esta, no entanto o Autor admite que os momentos resistentes das secções calculadas por êste método de elipse das pressões com 20 m de altura são suficientes para absorver tais fôrças, garantindo uma construção perfeita e impecável.

Para o caso de pressões devidas à água obtêm-se os seus valores a partir do diagrama das pressões indicado na fig. 4.

No caso da altura do terreno ser inferior a 20 metros, a pressão das terras pode ser determinada pela teoria de Mohr que nos dá imediatamente o valor das pressões em direcção e intensidade.

Para efeitos do cálculo, o arco é dividido em n partes iguais Δs. Quanto maior fôr n tanto mais exacto será o cálculo. Um cálculo demasiadamente exacto não tem no entanto qualquer vantagem pois as hipóteses de carga não têm exactidão matemática. O Autor recomenda tomar as medidas à escala, no desenho do arco, fazendo o cálculo à régua.

α) — **Método gráfico de Mohr** ($h < 20$ m).

1.º caso: *O terreno é inclinado* (caso geral) fig. 1.

Por um ponto a tira-se uma recta com a inclinação do terreno medida na secção principal do túnel. Marca-se uma vertical $a\,b = 1$ metro.

([3]) Prof. Edgar Schultze, Berlim — Vd. *Técnica* n.º 141.

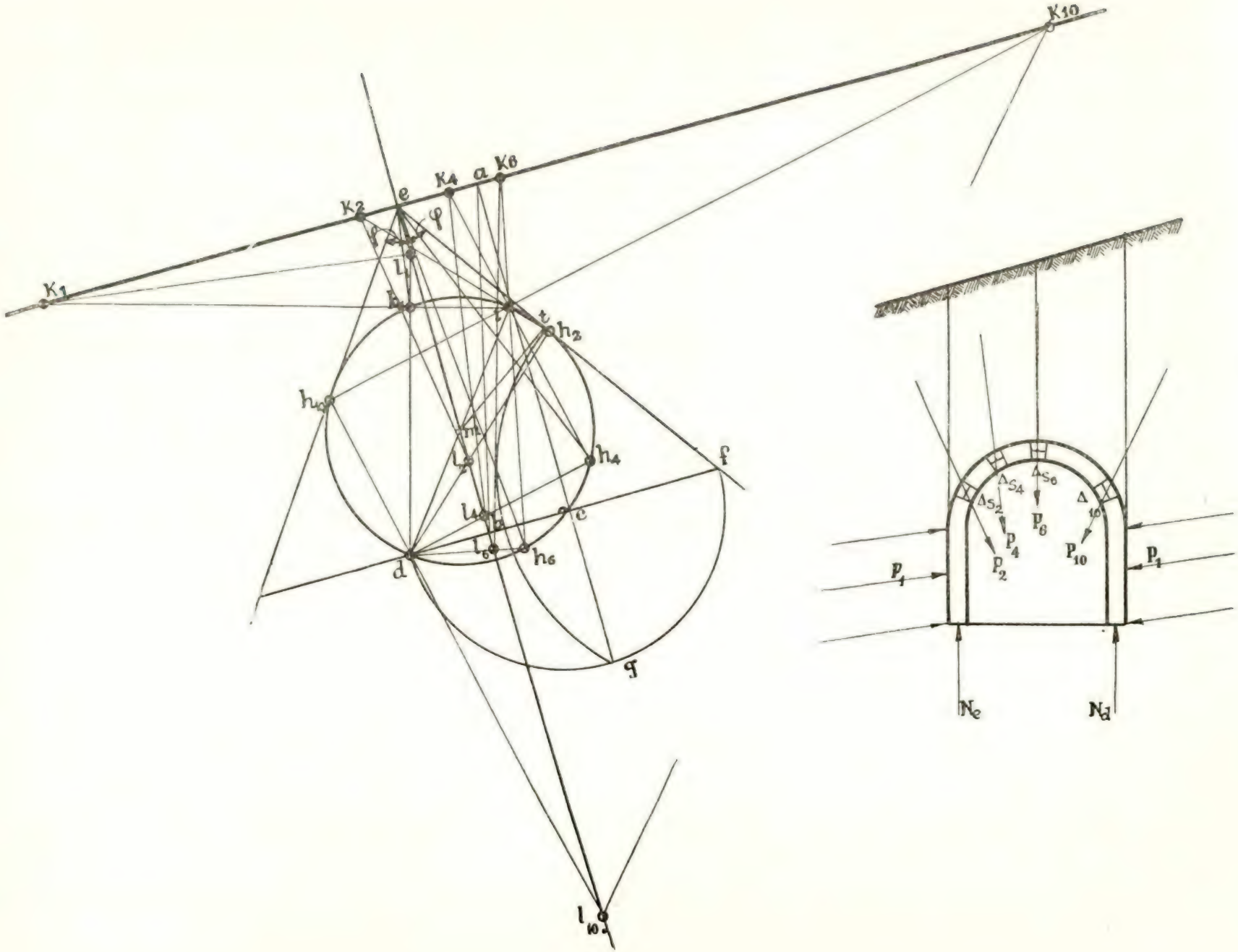

K10
K6
a
K4
e
K2
φ
φ
L1
K1
E
t
h2
h0
m
L4
h4
f
L4
a
c
L6
h6
d
q
L10
Δs4
Δs0
Δs2
Δ10
P6
P4
P2
P10
P1
P1
Ne
Nd

Fig. 1

Por b tira-se uma paralela ao terreno e por a uma perpendicular a esta segunda recta, de modo a obtermos c. Marcamos $bd = bc$. Por b, tira-se uma normal a cd determinando assim e sôbre a linha do terreno. De e tiram-se duas linhas fazendo um ângulo φ com eb, igual ao ângulo do talude natural do terreno considerado.

Traçamos uma circunferência tangente a estas duas linhas e passando por c e d.

Para construir esta circunferência, traçamos uma semi-circunferência passando por d e f. A normal a df passando por c determina g sôbre a semi-circunferência. Marcamos sôbre fe, $ft = fg$, sendo t o ponto de tangência procurado.

A normal a fe tirada por t, determina sôbre bc o ponto m centro da circunferência procurada.

Pelo ponto d tiramos uma paralela ao elemento Δs do arco (considerado como recto).

y = ordenada medida do arco ao terreno

e h = tirado, à escala, do desenho

a b = marcado no desenho igual a 1 metro

L = segmento do comprimento do túnel considerado

δ = pêso específico das terras.

Como geralmente se considera L = 1 m, a fórmula (1) admite a seguinte simplificação:

$$P = \Delta s \,.\, y \,.\, eh \,.\, \delta \text{ (toneladas)} \qquad (2)$$

As indicações para δ, φ e $tg\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$ e $tg^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$ podem ser tiradas da seguinte tabela:

Natureza do terreno	(3) Pêso específico δ ton./mc.	(4) Ângulo do talude natural φ	(5) $tg\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$	(6) $tg^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$
Terra vegetal	1,6 — 1,7	30 — 37°	0,577 — 0,499	0,333 — 0,250
Terra saibrosa	1,85	25°	0,637	0,406
Argila sêca	1,50	40 — 46°	0,466 — 0,404	0,217 — 0,163
Argila úmida	1,90	20 — 25°	0,700 — 0,637	0,490 — 0,406
Terra argilosa sêca...	1,60	40 — 50°	0,466 — 0,364	0,217 — 0,132
Terra argilosa úmida .	2,0	20 — 25°	0,700 — 0,637	0,490 — 0,406

Esta recta corta a circunferência no ponto h. O diâmetro dm corta o círculo em i; hi corta a linha do terreno em K; dh corta eb em l.

A direcção da pressão da terra sôbre o elemento Δs em questão é a linha paralela a Kl tirada pelo centro de Δs. O valor da pressão da terra é dado pela seguinte expressão

$$P = \Delta s \,.\, \frac{y}{ab} \,.\, eh \,.\, L \,.\, \delta \text{ (toneladas)} \qquad (1)$$

Em que: Δs = comprimento do elemento de arco

2.° caso: *O terreno é horizontal* (fig. 2).

No caso da superfície livre do terreno ser horizontal, a construção é mais simples, em virtude de coïncidirem a e e por um lado e b, c, e d por outro.

Êste caso tem muita aplicação.

β) — Método da elipse das pressões ($h > 20$ m).

Seguindo o método da elipse das pressões, fig. 3, a base da semi-elipse obtém-se traçando a tangente no ponto mais alto do arco.

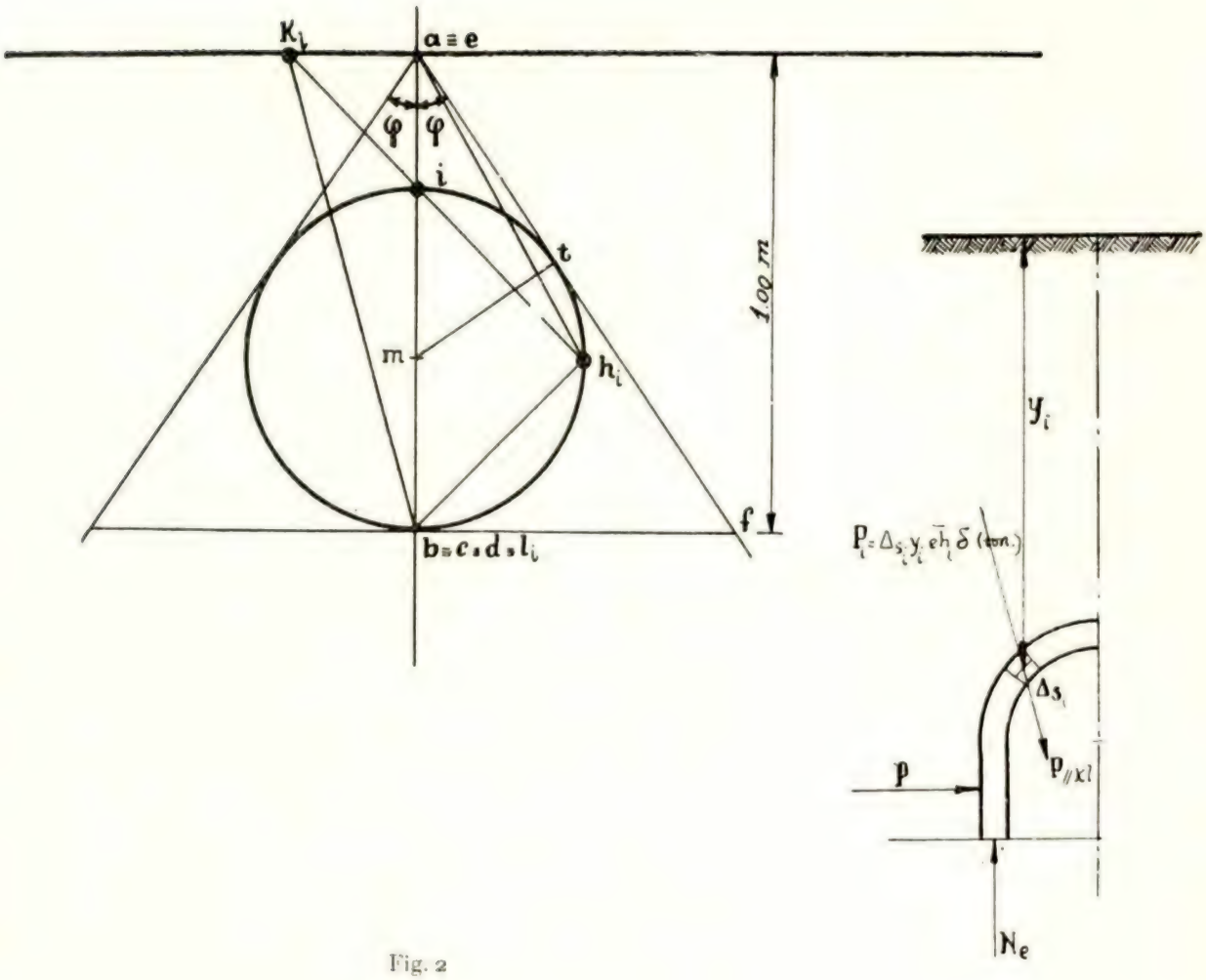


Fig. 2

Para determinar o eixo menor tiramos por A uma bissectriz ao ângulo $(90 - \varphi)$. A elipse terá então os seguintes semi-eixos:

$$\text{maior} = h = 20 \text{ m}$$

$$\text{menor} = h' \operatorname{tg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) + \frac{b}{2} \qquad (7)$$

sendo b a largura do arco e h' a sua altura.

A pressão vertical sôbre o perfil é representada pela área P.

As impulsões horizontais são provenientes de duas causas: uma altura h' do terreno e da sobrecarga Q, sôbre o mesmo.

Para o caso da parede de suporte ser vertical, de altura h', e com um ângulo de talude natural φ, tendo uma sobrecarga uniformemente distribuída de p kgs por metro corrente do terrapleno, a impulsão máxima é [4]:

$$I_{máx.} = h'\left(p + \frac{1}{2} h' \delta\right) \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) \ldots\ldots (8)$$

Podemos deduzir então, para o nosso caso;

Impulsão proveniente duma altura h' de terras.

$$I_{h'} = \frac{1}{2} h'^2 . \delta . \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) \ldots\ldots (9)$$

(4) Vd. por ex. Vierendeel, ed. 1928, pág. 69, Vol. v.

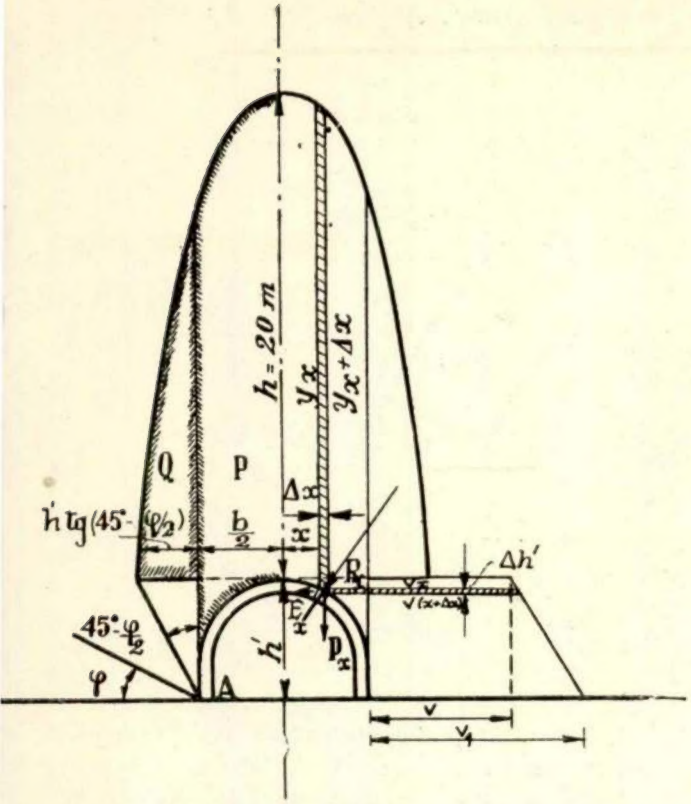


Fig. 3

Impulsão proveniente da sobrecarga.

$$I_Q = Q \,.\, tg\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right) . \delta \;\ldots\ldots\; (10)$$

visto ser

$$p = \frac{Q \,.\, \delta}{h' \, tg\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)} \,, \text{ (fig. 3)}$$

Estes valores das tangentes tiram-se do quadro, das colunas (5) e (6).

Podemos agora desenhar o diagrama das pressões, (fig. 3). Basta para isso estabelecer as seguintes equações:

$$I_Q = v \,.\, h' \,.\, \delta \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; (11)$$

$$I\,h' = (v_1 - v) \,.\, \frac{1}{2} \,.\, h' \,.\, \delta \;\ldots\ldots\; (12)$$

donde deduzimos:

$$v = \frac{I_Q}{h' \,.\, \delta} \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; (13)$$

$$v_1 = v + \frac{2 \,.\, I_{h'}}{h' \,.\, \delta} \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; (14)$$

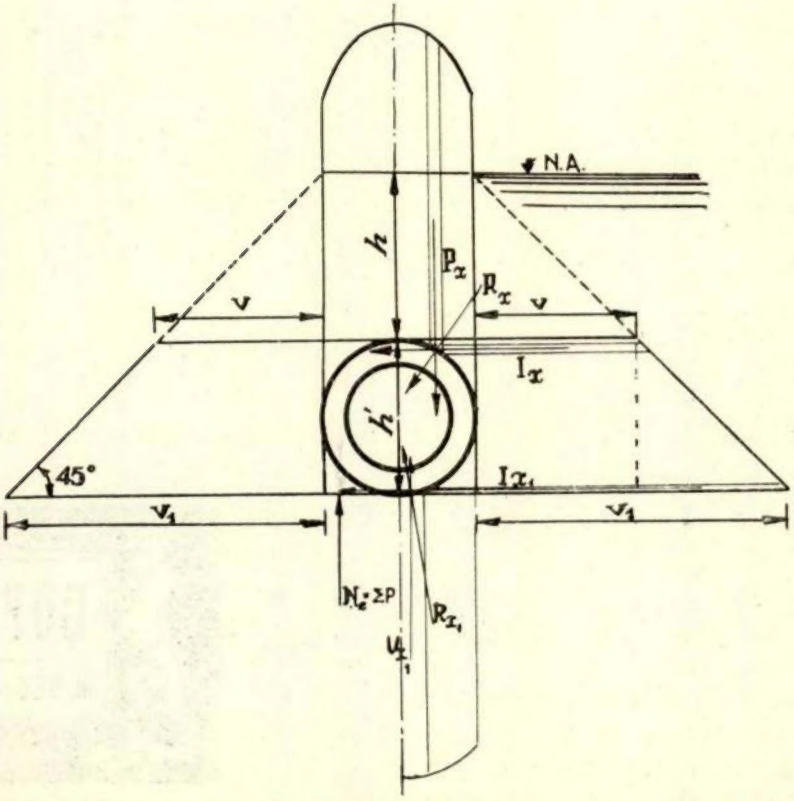


Fig. 4

Em cada aduela, a uma dada carga vertical correspondente às ordenadas y_x e $y_x + \Delta x$, corresponde uma impulsão horizontal compreendida entre v_x e $v_x + \Delta x$ do diagrama das impulsões.

A resultante das pressões, R_x, obtém-se (fig. 5) compondo as diferentes cargas P_x, I_x e P_p, de valores respectivamente:

$$P_x = \frac{y_x + y(x + \Delta x)}{2} . \Delta x . \delta \ldots \quad (15)$$

$$I_x = \frac{v_x + v(x + \Delta x)}{2} . \Delta h' . \delta \ldots \quad (16)$$

P_p = Pêso próprio da aduela.

Os factores y, v, Δx, $\Delta h'$ são obtidos do desenho, considerando-se as faixas como trapézios. As fôrças P_x e I_x supõem-se actuando no eixo dos trapézios.

A carga N é a resultante do polígono de fôrças.

No caso de haver a considerar uma pressão de água, o diagrama das pressões é fácil de construir (fig. 4)

$$v = h$$
$$v_1 = h + h'$$
$$\delta = 1$$

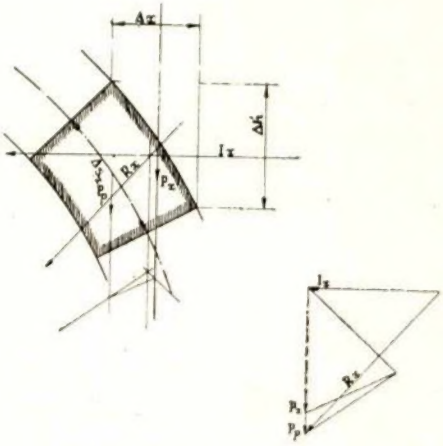


Fig. 5

Neste caso há a considerar as sub-pressões, que se calculam do modo habitual.

Para perfis simétricos e de cargas simétricas, basta entrar nos cálculos com metade do perfil.

LISBOA — RUA DA PRATA, 59-4.º

FISCALIZAÇÃO DAS OBRAS PÚBLICAS

PELO ENG.º CIVIL (U. P.) HORÁCIO DE MOURA

(*Continuação*)

γ — De cimento de escórias

Há duas espécies principais de cimentos de escórias: os que têm por base a cal ou cimentos de escórias pròpriamente ditos e os que têm uma base artificial, também designados por cimentos metalúrgicos. Os primeiros são fabricados com 2/3, no mínimo, de escórias granuladas e o terço restante por cal, pulverizadas e misturadas ìntimamente a frio. Os segundos, conhecidos por cimentos de altos fornos, são obtidos triturando e misturando ìntimamente, a frio, pelo menos 85 % de escórias granuladas e 15 % de clinker de portland; muitas vezes êste portland foi obtido passando pelo forno rotativo uma mistura de calcáreo e escórias, substituindo estas a argila.

As escórias são granuladas por resfriamento brusco na água, logo à saída do alto forno; os grãos, de aspecto vítrio, são finamente pulverizados.

Estas duas espécies de cimento não têm as mesmas propriedades e comportam-se de modo diverso, sobretudo relativamente ao cloreto de cálcio, de que se junta uma pequena quantidade na ocasião da mistura, para que assim possamos trabalhar com argamassas e betões a baixa temperatura ambiente. A presença, no estado livre, duma parte de cal contida no cimento de escórias de base de cal, é a sua principal característica. Segundo M. Tetmajer, a relação da cal para a sílica não deve ser inferior a 1 e a relação da sílica para a alumina, deve estar compreendida entre 0,45 e 0,50. Êste cimento não deve deixar resíduo superior a 12 % no peneiro de 4.900 malhas. A sua resistência é considerável, pode endurecer rápida ou lentamente e recomenda-se sobretudo nos trabalhos hidráulicos. É vendido em barris de 200 kg e em sacos. Quando tem endurecimento rápido, sòmente atinge 2/3 da resistência do portland normal, enquanto que quando o seu endurecimento é lento, aquela resistência pode considerar-se igual à daquele cimento. O traço mais vulgar da sua argamassa é 1 : 3. O cimento de escórias com base de cal, também conhecido por portland de escórias, terá que prestar as mesmas provas que o cimento portland ordinário; pode ser de prêsa rápida, normal ou lenta. De côr cinzento-azulada, endurece tanto ao ar como debaixo de água. Também com êste cimento fabricamos argamassas com colaboração da cal (argamassas atenuadas).

À cal em pasta, junta-se o portland de escórias e areia misturados prèviamente, agitando enèrgicamente todo o conjunto que assim formará a argamassa requerida. As resistências das argamassas de cimento de escórias ao traço 1 : 3, depois de 28 dias de endurecimento, são, à compressão, cêrca de 350 kg/cm² e à tracção, cêrca de 35 kg/cm². O pêso específico dêste produto, calcinado, é de 3,25.

Às argamassas de cimento de altos fornos, utilizando o mesmo traço 1 : 3, atribui-se-lhes uma resistência de cêrca de 30 kg cm² à tracção e 400 kg cm² à compressão. De côr clara, lentos, os cimentos de altos fornos são extraordinàriamente resistentes às influências químicas de ordem diversa, por isso empregues em obras marítimas. Usar-se-ão na fabricação dêste cimento, escórias que satisfaçam à relação

$$\frac{CaO + MgO + 1/3\,Al_2O_3}{SiO_2 + 2/3\,Al_2O_3} > 1$$

onde se não encontrará mais que 5 % de MnO.

A sua prêsa não deve iniciar-se senão depois de uma hora de amassadura, quando é normal, havendo contudo cimentos desta

categoria de prêsa mais rápida. O pó passado pelo peneiro de 4.900 malhas por cm^2, deve deixar, no máximo, um resíduo de 12 %.

As argamassas usadas com estes cimentos empregam-se com fortes doses de areia.

δ — *De cimento fundido*

É um cimento essencialmente aluminoso, proveniente da fusão líquida de uma mistura de sílica, alumina, ferro e cal; M. Bied foi quem se ocupou inicialmente de obter êste produto. As matérias primas são a bauxite ferruginosa e o calcáreo; partindo da bauxite a 8 % de sílica, 54 % de alumina e 15 a 20 % de ferro, obtêm-se bons cimentos.

Os produtos obtidos são lentos, com prêsa que dura 2 a 4 horas e um endurecimento muito rápido; em presença da cal, menos de 1 %, tornam-se rápidos.

A prêsa normal faz-se com elevação de temperatura: num bloco de 20×20 cm feito com pasta dêste cimento, a temperatura subirá no final da prêsa a mais de 170°.

Em lâminas delgadas, os cimentos fundidos em forno eléctrico, apresentam cristais birrefringentes, muito sensíveis à luz polarizada, dessiminados numa solução vítria; os que são fundidos no Water-Jaket [1], não nos apresentam mais que uma placa vítria, quási sem cristalização, embora o cimento seja, sensìvelmente, da mesma qualidade do anterior. É difícil a fusão do cimento aluminoso, em virtude da sua fraca conductibilidade. A resistividade é da ordem de 2 milhões de microhms por cm^2. O consumo em kilowatt-horas necessário à fabricação dêste cimento obtido a partir da bauxite e do calcáreo, é da ordem dos 2.000 ou seja cêrca de 1.720.000 calorias. Com as matérias primas já indicadas costumam-se usar, à mistura, xisto e escórias de altos fornos.

O cimento fundido apresenta uma resistência à tracção de 29 kg aos 2 dias e 38 kg aos 28 dias e à compressão de, respectivamente, 214 e 424 kg, usando argamassa plástica ao traço 1:3. A prêsa dêstes cimentos começa ao fim de 2 horas e acaba depois de 4 a 5 horas. Usa-se êste produto para o fabrico de aglomerados, sendo ainda empregue em trabalhos marítimos, rápidos; usa-se também em obras expostas à acção das águas sulfurosas. De pêso específico vizinho da unidade, o seu emprêgo é idêntico ao dos cimentos ordinários, tendo, contudo, o cuidado de usar a argamassa mais úmida, abrigando-a ou protegendo-a da secura.

ε — *Mistura de cimento fundido com Portland de escórias.*

Como vimos, a grande característica do cimento aluminoso é a rapidez com que endurece, de modo que 24 horas depois de ser colocado em obra atinge resistências que, não só permitem a descofragem, como a entrada da obra em serviço. A prêsa do cimento portland de escórias e mesmo a da cal são aceleradas quando a qualquer dêstes produtos se adiciona certa proporção de cimento aluminoso; obtém-se com os produtos resultantes o mesmo resultado que com os cimentos rápidos ordinários, tendo-se reconhecido que estas misturas são mais vantajosas do que aqueles cimentos. Com efeito: Tomando certas precauções, pode dizer-se que as argamassas e betões confeccionados com estas misturas, atingem resistências semelhantes às que se obtêm com o produto a que se junta cimento fundido, empregue só.

A sua conservação em armazém é muito menos perigosa do que a dos cimentos rápidos e semi-rápidos que fàcilmente se deterioram. Finalmente, estas misturas têm a vantagem de, adicionando mais ou menos cimento fundido, fazerem variar a duração da prêsa da argamassa à vontade, dentro dos limites aconselháveis.

Posto que estas misturas não tenham ainda hoje um grande emprêgo, estão naturalmente indicadas na colmatagem de alvenarias (grandes depósitos de água), consolidação de fundações e outros trabalhos análogos. Têm contudo, o inconveniente de ser delicado fazê-las na obra e mesmo correr-se-á o risco de fazerem prêsa ràpidamente demais, provocando o facto uma

[1] Forno de paredes metálicas, duplas, onde circula água aquecida.